ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Je me félicitais, il y a 8 jours, de n'avoir pas eu à déplorer, pendant toute une année, la perte d'un seul de nos confrères. Cette année se termine par un double deuil.

Nous avons rendu les derniers devoirs à notre confrère si aimé Bouquet de la Grye. Nous n'avons pas pu dire devant sa dépouille les sentiments de l'Académie. Sa volonté s'y opposait.

Notre confrère, M. Hatt, qui vivait dans son intimité, m'a adressé, sur la vie de cet homme si dévoué à l'Académie, une Note qu'il destinait à celui d'entre nous qui parlerait au nom de tous les confrères. Je crois bien faire en donnant lecture de cette Note de M. Hatt :

Admis à l'École Polytechnique en 1847, M. Bouquet de la Grye en est sorti 2 ans après dans le corps des Ingénieurs hydrographes. Il avait 27 ans à peine quand il fut envoyé en mission en Nouvelle-Calédonie pour la reconnaissance de l'île récemment annexée et presque inconnue à cette époque. Par suite du naufrage de l'*Aventure* sur laquelle il était embarqué, il n'eut comme moyens de travail que ses instruments et une simple embarcation montée par dix hommes.

C'est dans ces conditions primitives qu'il dut opérer pendant 3 années, poursuivant, avec la rare énergie qui formait la caractéristique de son tempérament, les levés de côtes au milieu de l'hostilité des indigènes, sans abri assuré pour la nuit et souvent sans les ressources les plus indispensables.

A son retour en France, il eut une nouvelle occasion de faire la preuve de

sa maîtrise par la reconnaissance du plateau de Rochebonne situé hors de vue des côtes, opération difficile qu'il réussit quand d'autres, bien qualifiés cependant, y avaient échoué.

Ses travaux en Égypte et ceux qu'il poursuivit pendant 4 années sur les côtes de France, pour la revision des levés de Beautemps-Beaupré, avaient achevé d'établir sa renommée au point de vue technique. Il devait acquérir une compétence égale, universellement reconnue, dans les études difficiles qu'il entreprit sur le régime des côtes.

Son opinion faisait autorité dans les Commissions nautiques appelées à se prononcer sur les travaux maritimes. Il a sauvé de la destruction la plage de Saint-Jean-de-Luz en recommandant de surélever le récif Artha; il a doté la France d'un grand port par le projet qui transportait celui de la Rochelle au Pertuis Breton.

L'Académie lui confia l'une des missions du premier passage de Vénus en l'envoyant observer le phénomène à l'île Campbell au sud de la Nouvelle-Zélande, terre ingrate et désolée où les intempéries règnent en permanence. Ce morne séjour ajoutait sa tristesse à celle dont l'âme de notre confrère était envahie à la suite de la perte irréparable d'un fils unique, survenue à moins d'un an de distance.

Il ne perdit pas courage, cependant, même devant la perspective presque certaine d'un échec de sa principale mission et sut réunir assez d'observations de toutes sortes concernant la Physique du globe pour que le séjour dans ces mers lointaines enrichît la Science.

Le deuxième passage de Vénus, pour l'observation duquel il fut envoyé au Mexique, lui fournit l'occasion d'une brillante revanche.

C'est un an après son retour que l'Académie lui ouvrit ses portes en l'appelant à succéder à Yvon-Villarceau; il y a tenu dignement sa place. Par son assiduité et les services rendus à la Science, il acquit rapidement une haute autorité parmi ses confrères. On doit citer parmi ses travaux les mesures qu'il entreprit et sut mener à bonne fin des plaques photographiques rapportées par les diverses missions françaises du passage de Vénus de 1882. Les résultats de cet immense labeur ont pu être publiés il y a quelques années.

L'activité professionnelle de notre regretté confrère ne s'était pas ralentie après son entrée à l'Académie et au Bureau des Longitudes; en 1885, à l'âge de 58 ans, il partait pour une mission astronomique entreprise en vue d'observer des longitudes entre le Sénégal, les Canaries et Lisbonne. A ces observations principales il sut joindre une exploration de Ténériffe où il fit

l'ascension du pic, pour des mesures d'intensité de la pesanteur. De notre colonie africaine il rapporta un projet d'endiguement de l'embouchure du Sénégal, conçu en vue de supprimer la barre de ce fleuve.

De 1886 à 1891 il dirigea le Service hydrographique, dont il réorganisa toutes les branches.

Nous savons tous que, depuis plus de 15 ans, il a poursuivi avec son énergie et sa ténacité habituelles la réalisation du projet de faire de Paris un port de mer. Il ne s'est jamais lassé de lutter contre l'opposition qu'il a rencontrée, multipliant les démarches auprès des Pouvoirs publics. Il n'a pu, hélas! assister au triomphe de son projet, qui est certain dans l'avenir, et nous avons eu la douleur de le voir user ses forces et sa santé pour le soutenir.

M. Bouquet de la Grye était un noble cœur dans toute la force du terme, un ami sûr, et sa bienveillance n'avait pas de limites.

C'était un croyant, en même temps qu'un stoïque; il n'a jamais eu peur de la mort, ayant toujours fait son devoir.

L'Académie perd en lui un de ses anciens présidents et l'un de ses plus dignes représentants.

Au moment où nous entrions en séance, j'ai appris la mort de notre correspondant M. Lortet. Il était mon ami depuis plus de 50 ans. Il a été professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, il a été professeur et doyen de la Faculté de Médecine de Lyon. Il est connu par ses travaux de Zoologie, d'Anthropologie; par ses recherches sur les cadavres momifiés humains ou animaux dont il a fait l'étude pendant les nombreux séjours que sa santé l'a obligé de faire dans la Haute-Égypte. Il emporte avec lui la sympathie émue des membres de notre Compagnie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de développements en séries de fonctions fondamentales se rattachant à certaines équations fonctionnelles.* Note de M. Émile Picard.

1. On sait que de nombreux travaux ont été publiés dans ces dernières années sur les développements en séries des fonctions de variables réelles. Parmi les résultats de ces travaux, un des plus remarquables est un théorème donné par M. Schmidt (*Math. Annalen*, t. LXIII) sur le développement en

séries des fonctions $f(x)$ susceptibles de se mettre sous la forme

$$(1) \qquad f(x) = \int_a^b K(x, y) F(y) \, dy.$$

M. Schmidt commence par envisager le système des deux équations fonctionnelles

$$(2) \qquad \begin{cases} \varphi(x) = \lambda \int_a^b K(x, y) \psi(y) \, dy, \\ \psi(x) = \lambda \int_a^b K(y, x) \varphi(y) \, dy. \end{cases}$$

Sauf un cas particulier facile à caractériser, il existe une infinité de valeurs réelles de λ (qu'on peut supposer positives), pour lesquelles ces équations sont satisfaites autrement que pour $\varphi = \psi = 0$.

Soient, rangées par ordre de grandeur croissante,

$$\lambda_1, \quad \lambda_2, \quad \ldots, \quad \lambda_n, \quad \ldots$$

ces valeurs de λ, et les valeurs correspondantes des φ et des ψ

$$\begin{array}{llll} \varphi_1, & \varphi_2, & \ldots, & \varphi_n, & \ldots, \\ \psi_1, & \psi_2, & \ldots, & \psi_n, & \ldots, \end{array}$$

les fonctions φ et ψ formant un système orthogonal et normal. M. Schmidt établit que toute fonction f susceptible de la forme (1) *est susceptible du développement en série*

$$f(x) = a_1 \varphi_1(x) + \ldots + a_n \varphi_n(x) + \ldots,$$

les a étant des constantes. Pour simplifier, nous supposons d'abord que le *noyau* $K(x, y)$ soit en général continu, pouvant avoir seulement des sauts brusques finis le long d'un nombre fini de courbes (relations entre x et y).

2. Ce très intéressant résultat sera malheureusement d'une application assez difficile, car il ramène la question du développement à un problème au moins aussi difficile, je veux dire la résolution de l'équation intégrale (1) *de première espèce*, où $K(x, y)$ et $f(x)$ sont des données, l'inconnue étant $F(y)$. J'ai donné récemment ([1]) un théorème général sur les équations intégrales de première espèce, mais, tout en étant théoriquement très satisfaisante,

---

([1]) *Comptes rendus*, 14 juin et 28 juin 1909 et *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XXIX, 1910.

cette proposition peut n'être pas d'un emploi très pratique. Je veux indiquer ici un cas extrêmement simple où le théorème de M. Schmidt s'appliquera sans aucune peine.

Soit $H(x, y)$ une fonction donnée de x et y, et prenons la fonction $K(x, y)$ définie par les conditions

$$K(x, y) = H(x, y) \qquad (\text{pour } y \leq x),$$
$$K(x, y) = 0 \qquad (\text{pour } y > x),$$

les variables x et y varient dans l'intervalle (a, b).

L'équation (1) devient ici

$$f(x) = \int_a^x H(x, y) F(y) \, dy, \tag{3}$$

et le système des équations (2) peut s'écrire

$$\left\{ \begin{aligned} \varphi(x) &= \lambda \int_a^x H(x, y) \psi(y) \, dy, \\ \psi(x) &= \lambda \int_x^b H(y, x) \varphi(y) \, dy. \end{aligned} \right. \tag{4}$$

Or l'équation (3) est une équation du type d'Abel et de M. Volterra, c'est-à-dire une équation intégrale qu'on discute aujourd'hui facilement, au moins si certaines conditions particulières ne se présentent pas pour $H(x, y)$.

3. Pour prendre le cas le plus simple, supposons que $H(x, y)$ soit continue et que

$$H(x, x)$$

ne s'annule pas dans l'intervalle (a, b). On sait alors que, si la fonction continue $f(x)$ s'annule pour $x = a$ et a une dérivée $f'(x)$, on pourra trouver une fonction F satisfaisant à (3).

Nous voyons donc que, sous les conditions précédentes, *une fonction quelconque $f(x)$ sera développable dans l'intervalle (a, b) suivant les fonctions $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n \ldots$ résultant de la considération du système* (4).

Le cas où $H(x, x)$ s'annule dans (a, b) est beaucoup plus difficile, comme l'ont montré les belles recherches de M. Volterra relatives à l'équation (3).

Le noyau $H(x, y)$ pourrait aussi n'être pas continu; ainsi, pour ne citer qu'un cas, prenons

$$H(x, y) = \frac{G(x, y)}{(y - x)^n} \qquad (0 < n < 1),$$

la fonction $G(x, x)$ ne s'annulant pas dans l'intervalle (a, b). On aura un

théorème analogue à celui qui a été énoncé plus haut, et l'on pourra même supposer que la fonction à développer ne s'annule pas en a.

4. En particularisant $H(x, y)$, on rencontrerait aisément des exemples connus. Qu'il nous suffise de prendre comme exemple

$$H(x, y) = g(y).$$

Les développements se rattachent alors à l'équation linéaire du second ordre

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \lambda^2 g^2(x) u = 0,$$

pour des solutions satisfaisant en a et b à certaines conditions.

M. Laveran s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un Rapport *Sur quelques questions intéressant l'hygiène de la Boulangerie et en particulier sur les avantages du pétrissage mécanique*, Rapport que j'ai présenté récemment, sur la demande de M. le Préfet de Police, au Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine.

Dans la première partie, je m'occupe de l'hygiène des fournils, spécialement au point de vue de la prophylaxie de la tuberculose; dans la deuxième partie, j'expose les avantages que le pétrissage mécanique du pain présente sur l'antique procédé du pétrissage à bras.

Dans un Rapport sur un pétrin mécanique, lu à l'Académie des Sciences dans la séance du 28 juin 1852, Payen écrivait :

« Un jour viendra sans doute où nos descendants qui liront la technologie du XIX[e] siècle, se demanderont si réellement à cette époque de progrès industriel on préparait le premier de nos aliments par le travail grossier dont nous sommes témoins, en plongeant les bras dans la pâte, la soulevant et la rejetant avec des efforts tels qu'ils épuisent l'énergie des gindres demi-nus et font ruisseler la sueur dans la substance alimentaire....

» Espérons que le temps est peu éloigné où les nombreux essais entrepris depuis plus de 60 ans se résumeront en un procédé pratique qui améliorera définitivement l'état de choses dans toutes les boulangeries. »

Près de 60 ans se sont écoulés depuis que Payen formulait ce vœu, et le pétrissage à bras est encore en honneur dans la plupart des boulangeries;

je montre toutefois, dans mon Rapport, que le pétrissage mécanique a fait, depuis quelques années, de tels progrès, que les temps prédits par Payen ne semblent plus très éloignés; j'indique quelques mesures propres à hâter l'adoption par les boulangers des pétrins mécaniques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates de rubidine et de cœsine.* Note de M. DE FORCRAND.

J'avais indiqué, il y a 3 ans (1), que les dissolutions concentrées de rubidine et de cæsine laissent déposer à froid, par évaporation, des cristaux vraisemblablement formés par des hydrates secondaires très fusibles, analogues aux nombreux composés de ce genre qui ont été décrits pour la potasse.

J'ai repris ces expériences, pensant que dans une série de composés aussi voisins que : KOH, RbOH et CsOH, les moindres différences seraient utiles à noter.

1° *Rubidine.* — J'ai déjà fait connaître le premier hydrate secondaire $RbOH + H^2O$ (analogue à $KOH + H^2O$). C'est lui qui constitue les baguettes de rubidine pure du commerce. Il fond à + 145° (tandis que $KOH + H^2O$ fond à + 143°). On l'obtient toutes les fois qu'on chauffe une dissolution de rubidine au-dessus de 100° et qu'on s'arrête au moment où la masse entre en *fusion tranquille,* phénomène qui se produit justement à 145°; il persiste jusqu'à + 315°, température à laquelle une nouvelle effervescence se produit, avec passage à l'état de RbOH.

Mais si, au lieu de la chauffer, on la laisse évaporer à froid (sous cloche sulfurique et à l'abri de CO^2) une dissolution concentrée de rubidine, vers + 15°, elle donne peu à peu des cristaux plus hydratés dont l'aspect est différent de celui du premier hydrate. Après dessiccation sur des plaques poreuses, l'analyse de ces cristaux donne $RbOH + 2,10H^2O$. C'est très certainement un hydrate à $2H^2O$ retenant quelques traces d'eau mère.

Son point de fusion est de + 45° à + 46°, tandis que l'hydrate de potasse $KOH + 2H^2O$ fond à + 35°,5, d'après Mac Gregor.

Sa chaleur de dissolution (correction faite de l'eau mère retenue) est négative : — $0^{Cal},646$ à + 15° pour RbOH dans 2^l.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXLII, 1906, p. 1252.

En comparant ce nombre à ceux que donnent $RbOH + H^2O$ et $RbOH$, soit : $+3^{Cal},702$ et $+14^{Cal},264$, on trouve :

Pour l'addition à

		Cal
RbOH	de H^2O liq.............	+10,562
	de H^2O sol.............	+ 9,132
RbOH, H^2O	de H^2O liq.............	+ 4,348
	de H^2O sol.............	+ 2,918

tandis que KOH et KOH, H^2O donneraient

$$+9^{Cal},45 \quad \text{et} \quad +8^{Cal},02$$

et

$$+3^{Cal},04 \quad \text{et} \quad +1^{Cal},61$$

pour les réactions correspondantes.

Il y a donc analogie complète, mais avec une affinité toujours plus grande pour l'eau avec la rubidine, qui est par suite un déshydratant plus efficace que la potasse, soit à l'état de Rb OH, soit sous la forme Rb OH, H^2O.

Mais lorsque ces deux bases, l'une comme l'autre, arrivent à l'état de bihydrate solide, elles n'ont plus d'affinité pour l'eau, et leur chaleur de dissolution devient nulle ou négative.

Le nombre $+2^{Cal},918$, qui mesure l'affinité de la seconde molécule d'eau pour le monohydrate de rubidine est faible, et ne laisse guère espérer qu'on puisse isoler une combinaison plus hydratée $RbOH + nH^2O$ ($n > 2$). En fait, je n'ai pas réussi à en obtenir par les nombreux moyens indiqués pour préparer les nombreux hydrates très hydratés de KOH qui ont été décrits. Bien plus je serais porté à croire que plusieurs de ces hydrates de potasse ne sont que des cristaux du bihydrate retenant plus ou moins d'eau mère. En effet, si le nombre + 2,918 est déjà faible, la valeur + 1,61 fournie par le bihydrate de potasse l'est davantage encore. Les expériences qui suivent sur la cæsine m'ont confirmé dans cette opinion.

2° *Cæsine*. — J'ai indiqué déjà que les baguettes de cæsine pure du commerce sont formées par un premier hydrate secondaire $CsOH + H^2O$, fondant à 180°, qui ne perd de l'eau qu'à + 400° pour donner la cæsine CsOH. On le prépare aisément en chauffant rapidement les dissolutions concentrées au-dessus de 100°, et s'arrêtant à la *fusion tranquille*, qui se produit justement à 180°.

Ceci indique déjà que la stabilité de cet hydrate est plus grande que celle

des hydrates $KOH + H^2O$ et $RbOH + H^2O$, et la différence se précise par les équations suivantes :

$$CsOH \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} = CsOH, H^2O \text{ sol.} + 12^{Cal},106$$
$$CsOH \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = CsOH, H^2O \text{ sol.} + 10^{Cal},676$$

nombres plus élevés que ceux fournis

Par la potasse............	+ 9,45 et +8,02
Et par la rubidine.........	+10,562 et +9,132

Je pensais donc obtenir plus facilement encore qu'avec la potasse ou la rubidine, un hydrate tel que $CsOH + 2H^2O$, et peut-être même des composés plus hydratés.

D'après les analogies, des dissolutions suffisamment concentrées devaient laisser déposer un bihydrate fondant vers $+55°$ ou $+60°$, formé à partir du monohydrate solide et de l'eau solide avec un dégagement de chaleur voisin de $+4^{Cal},5$, et ayant une chaleur de dissolution d'environ $-1^{Cal},5$.

J'ai souvent cherché à isoler ce composé, mais sans succès. Si l'on part d'une dissolution de cæsine d'une concentration un peu inférieure à $CsOH + 2,25H^2O$, on obtient, par évaporation à froid, un liquide très visqueux, qui ne cristallise ni spontanément ni par l'introduction d'un cristal de $RbOH + 2H^2O$, même si l'on opère vers 0°, et même au bout de plusieurs semaines.

Si l'on part de la dissolution saturée, faite à chaud, dont la composition est $CsCH + 2,16H^2O$, on peut obtenir par refroidissement et évaporation à froid quelques cristaux en lamelles, comme ceux que j'avais signalées en 1906, mais ils sont formés par le monohydrate retenant toujours un peu de la dissolution saturée. On s'en assure en mesurant leur chaleur de dissolution.

Ce sont encore les mêmes cristaux, formés par le monohydrate, qu'on obtient en partant d'une composition voisine de $CsOH + 6H^2O$ pour la dissolution initiale. L'évaporation est très lente et les cristaux, essorés sur des plaques poreuses à l'abri de l'air, contiennent $CsOH + 1,3H^2O$ environ; ils fondent à 180° et leur chaleur de dissolution est de $+4^{Cal},3$, comme celle de l'hydrate à $1H^2O$.

Toutes les tentatives faites pour isoler un dihydrate de cæsine ont donc échoué. A ce point de vue cette base s'écarte de la potasse et de la rubidine.

3° *Dissolutions saturées des bases alcalines.* — A + 15° les dissolutions

saturées des bases alcalines contiennent :

	Pour 100.		
NaOH	46,36	soit	$NaOH + 2,57H^2O$
KOH	50,48	»	$KOH + 3,06H^2O$
RbOH	64,17	»	$RbOH + 3,18H^2O$
CsOH	79,41	»	$CsOH + 2,16H^2O$

Leurs chaleurs de dissolution, toujours à + 15°, sont :

	Cal
NaOH	+3,69
KOH	+2,41
RbOH	+2,60
CsOH	+3,08

On remarquera jusqu'à quel point se poursuivent les analogies entre la potasse et la rubidine.

Au contraire, le caractère un peu exceptionnel de la cæsine et surtout l'allure tout à fait spéciale de la soude se révèlent à chaque instant.

M. G.-V. **Schiaparelli** fait hommage à l'Académie de deux Volumes intitulés : *Misure di stelle doppie exeguite nel reale Osservatorio di Brera in Milano* (1875-1885 et 1886-1900).

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1910.

M. **Armand Gautier** réunit l'unanimité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission administrative pour l'année 1910.

MM. **Maurice Levy** et **Bornet** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Com-

mission chargée de présenter des listes de candidats à trois places d'Associé étranger.

Cette Commission, qui doit comprendre trois Membres de la Division des Sciences mathématiques et trois Membres de la Division des Sciences physiques, se réunira sous la présidence de M. le Président de l'Académie.

MM. **Darboux**, **Lippmann**, **Poincaré**; **Ph. van Tieghem**, **Bouchard**, **Armand Gautier** réunissent la majorité des suffrages.

NOMINATIONS.

M. le **Secrétaire du Comité** qui s'est formé dans le but d'élever un monument à de Romas dans sa ville natale, à Nérac, demande à l'Académie de vouloir bien déléguer quatre de ses Membres qui feront partie du Comité d'honneur.

MM. **C. Bouchard**, **A. d'Arsonval**, **O. Lannelongue**, **P. Villard** sont désignés par l'Académie.

PLIS CACHETÉS.

M. **H.-C. Saint-René** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 8 juillet 1895 et inscrit sous le n° 5130.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Sur une solution du problème de la vision à distance.*

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

CORRESPONDANCE.

M. **Albert Ladenburg**, élu Correspondant pour la Section de Chimie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Rayons X et radiations diverses*, par M. Guilleminot. (Présenté par M. C. Bouchard.)

2° *Les plans cadastraux et la triangulation générale de la France*, par M. Ch. Lallemand.

3° *L'Aviation :* Conférences faites en 1909 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par M. Paul Renard.

M. **Matignon** adresse un Rapport relatif à l'emploi de la subvention qui lui a été allouée sur le fonds Bonaparte en 1908.

MM. **Blanc**, le Commandant **Henri de Bouillane de Lacoste**, **Routin**, le Comte **de Zeppelin** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur le retrait graduel de la tache polaire australe de Mars, pendant l'opposition de* 1909. Note de M. **R. Jarry Desloges**, présentée par M. Bigourdan.

La calotte polaire australe, dont la dimension a été suivie avec la plus grande attention depuis le début de juin, tant au Massegros qu'au Revard ou à Toury [1], est actuellement fort petite, d'un coloris terne, et à peine perceptible.

La première des planches ci-jointes [2] montre les principaux détails qu'on y a observés : crevasses, taches sombres ou régions grisâtres, plages lumineuses, etc. On constatera que les crevasses ont présenté des variations remarquables dans leur visibilité.

Des plages lumineuses ou plus blanches ont été vues fréquemment dans la calotte polaire; en général, elles étaient situées approximativement vers l'emplacement des régions appelées *îles*, par exemple *Novissima Thyle*. Ces plages peuvent être produites soit par une formation de matière blanche récente, qui, ainsi que je l'ai indiqué en 1907, a un éclat beaucoup plus

---

(1) Voir *Comptes rendus*, p. 587, 664 et 966 du présent Volume. A la page 967 *lire* t. moy. civil *au lieu de* t. moyen. astron.

(2) La longitude λ indiquée à côté de chaque dessin est celle du méridien central à l'heure de l'observation.



Fig. 1. — Apparences successives de la tache polaire australe de Mars pendant l'opposition de 1909.

grand que l'ancienne, soit par les rayons solaires réfléchis vers nous par cette précipitation blanche, placée sur des plans inclinés.

Le second dessin montre approximativement le retrait de la tache blanche polaire sous l'influence des saisons martiennes : le solstice d'été, pour l'hémisphère sud de cette planète, a eu lieu le 14 septembre. Ce schéma, qui a été fait d'après une méthode imaginée par M. G. Fournier, représente des mesures micrométriques au nombre de cinquante environ : ces observations et la méthode suivie pour les figurer seront données dans un Mémoire qui contiendra toutes nos observations.

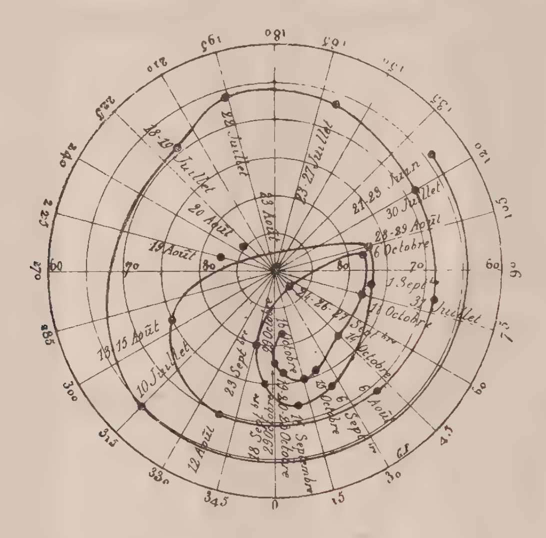


Fig. 2. — Courbe représentative de l'allure générale de la diminution de la calotte polaire australe de Mars, d'après les mesures prises du 20 juin au 30 octobre 1909.

Comme on peut le constater, le retrait de la tache blanche ne se fait pas uniformément sur les régions appelées *mers*. On remarquera qu'entre les 15e et 105e degrés de longitude, par environ 77° de latitude Sud, le retrait a été très faible du 28 août au 20 octobre, tandis qu'il était plus rapide dans d'autres endroits.

Cette région à retrait lent semble donc avoir une altitude relativement grande et des pentes fortement accusées vers le Nord, particulièrement entre 75° et 105° de longitude, tandis que vers le Sud elles seraient plus douces.

Les régions lumineuses ou blanches signalées plus haut, ainsi que les condensations vues sur le bourrelet sombre [1] qu'on aperçoit quelquefois le long de la substance blanche polaire, pourront nous donner aussi quelques indications sur la pente, le relief ou la nature du terrain. Par exemple, *Novissima Thyle* paraît être formée par un

---

[1] Seules les condensations aperçues dans les régions polaires par M. G. Fournier et moi ont servi à cette étude.

massif montagneux aux murailles escarpées, et l'orientation principale des pentes serait vers le Sud-Ouest. Une dépression très importante se trouve placée principalement entre les 340° et 20° (380°) de longitude ; elle s'étend sur un grand espace en latitude. Cette dépression semblait drainer toute la matière sombre environnante, ainsi que celle provenant de la tache noire, située à l'intérieur de la calotte polaire, par l'intermédiaire de la crevasse de 350°. Les intermittences de visibilité de cette crevasse, ainsi que de celles qui existent vers 190° et 240°, les ondulations ou la duplicature de la tache sombre centrale, paraissent bien indiquer que le sol où elles sont placées n'a pas un relief uniforme.

En résumé, il semble bien que la calotte polaire australe est placée sur un terrain d'un relief très varié, et les phénomènes qui suivent la disparition de la tache blanche polaire, étudiés avec soin, permettront peut-être un jour d'avoir des données assez exactes sur le relief du sol, la nature des pentes et peut-être l'altitude relative de ces régions.

ASTRONOMIE. — *Observations de comètes faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de* $0^m,26$ *d'ouverture).* Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1909.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de comp.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	DP apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
	Comète Daniel (7 décembre 1909).								
	h m s		′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 11.....	11.27. 2	+2.35,51	+ 5.54,1	15:10	6.17.35,97	$-\bar{1},319$	52. 7. 9,5	−0,043	1
» 16.....	10. 3.12	−1.28,63	+ 4.54,8	15:10	6.18. 5,45	$-\bar{1},554$	48.24.28,9	−0,070	2
	Comète de Halley.								
Déc. 11.....	10. 9.41	−5. 7,16	+ 8.43,7	15:10	3.43.37,45	$-\bar{2},434$	75.13.38,2	−0,621	3
» 16.....	9.21.12	+0.27,13	− 5.13,9	15:10	3.21.35,93	$-\bar{2},606$	75.56.15,7	−0,631	4

Positions moyennes des étoiles de comparaison : 1909,0.

⋆.	Gr.	Æ moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1	8,2	6.14.56,21	+4,25	52. 1.16,0	− 0,6	3241 AG. Lund
2	8,5	6.19.29,53	+4,55	48.19.34,4	− 0,3	5239 AG. Bonn
3	8,6	3.48.41,25	+3,36	75. 5. 7,4	−12,9	1132 AG. Leipzig[1]
4	9,0	3.21. 5,54	+3,26	76. 1.43,9	−14,3	1007 AG. Leipzig[1]

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1909 e Daniel, faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de $0^m,16$ d'ouverture.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates 1909.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R appar.	Log. fact. parall.	DP apparente.	Log. fact. parall.	★.
			Comète 1909 e Daniel.						
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 9........	15.51. 4	+2.14,41	— 2.38,8	5:5	6.17.12,88	$+\bar{1}$,555	53.36. 8,1	—0,306	*a*
» 10........	9.20.50	—0.57,73	+21.57,3	5:5	6.17.23,63	$-\bar{1}$,650	53. 0. 7,2	—0,419	*b*
» 11........	10 34.31	+0.24,87	+14. 5,6	6:6	6.17.36,46	$-\bar{1}$,510	52. 9.12,4	—0,197	*c*

Étoiles de comparaison.

★.	Gr.	R moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a....	8	6.14.54,34	+4,13	53.38.47,5	—0,6	A.G. 3242 Lund
b....	7,1	6.18.17,17	+4,19	52.38.10,1	—0,2	A.G. 3270 Lund
c...,	7,5	6.17. 7,34	+4,25	51.55. 7,1	—0,3	A.G. 3258 Lund

Remarques. — La comète est ronde, assez étendue, avec un point plus brillant placé excentriquement. Les éphémérides de recherche publiées par le Dr L. Becker, *M. N.*, t. LI, p. 489, donnent une position assez proche de la comète 1867 (I Coggia) périodique de 42 ans, dont le retour était attendu pour cette année.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète 1909 e (Daniel) faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. **P. Chofardet**, présentée par M. B. Baillaud.

Observations de la comète.

Dates. 1909.	Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	Δα.	ΔP.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Déc. 14...........	*a*	10. 0.31	+1.46,63	— 7.12,0	12:9
14...........	*a*	12.25.17	+1.46,35	—11.55,4	9:6
16...........	*b*	7. 3.19	—1.28,14	+ 0.46,6	12:9
16...........	*b*	10.39.35	—1.28,03	— 6. 2,2	12:9
18...........	*c*	10.33.25	+1.14,02	+ 0.38,9	12:9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1909,0.

★	Gr.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
a	8,8	AG. Bonn, 5194	6.16. 7,62	+4,42	49.54.52,7	−0,6
b	8,5	» 5239	6.19.29,55	+4,54	48.21.23,0	−0,3
c	8,7	» 5200	6.16.48,85	+4,68	46.47.33,6	−0,8

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1909.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Déc. 14........	6.17.58,67	$9,539_n$	49.47.40,1	$0,302_n$
14........	6.17.58,39	$8,673_n$	49.42.56,7	$0,022_n$
16........	6.18. 5,95	$9,725_n$	48.22. 9,3	$0,642_n$
16........	6.18. 6,06	$9,424_n$	48.15.20,5	$0,126_n$
18........	6.18. 7,55	$9,428_n$	46.48.11,7	$0,048_n$

Remarques. — La comète nous apparaît comme une nébulosité ronde de 30″ à 40″ de diamètre, avec une légère condensation en son centre. Son éclat global est jugé de 12e grandeur environ.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Halley faites à l'Observatoire de Toulouse à l'équatorial Brunner-Henry.* Note de MM. **Montangerand** et **Rossard**, présentée par M. B. Baillaud.

Observations de la comète.

Dates. 1909.	Temps moyen de Toulouse.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	Étoiles.	Observ.
	h m s	m s	′ ″			
Décembre 4...	9.45.40	−2.48,96	+ 1.38,4	6: 4	1	R
» 8...	10.34.58	+1. 3,02	− 4.27,0	18:20	2	R
» 8...	11.13.25	+0.55,57	− 4.37,2	18:20	2	M
» 14...	10. 1.31	+1.42,53	− 1.19,0	18:20	3	R
» 14...	10.40.29	+1.34,96	− 1.32,1	18:20	3	M
» 16...	9. 4.51	+0. 8,52	+ 4. 2,9	12:20	4	R

Positions des étoiles de comparaison pour 1909,0.

Étoiles.	Gr.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1	8,9	4.16.48,40	3,41	15.34.11,8	11,4	Berlin A 1148
2	7,7	3.55.36,50	3,39	15.13.11,9	12,6	Berlin A 1064
3	8,3	3.28.31,21	3,29	14.22.19,2	14,0	Leipzig I 1042
4	8,5	3.21.24,70	3,27	13.59.26,7	14,2	Leipzig I 1009

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1909.		Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Décembre 4	9.45.40	4.14. 2,85	$\bar{1},260_n$	15.36. 1,6	0,631
» 8	10.34.58	3.56.42,91	$\bar{2},392_n$	15. 8.57,5	0,621
» 8	11.13.25	3.56.35,46	$\bar{2},683$	15. 8.47,3	0,623
» 14	10. 1.31	3.30.17,03	$\bar{3},764$	14.21.14,2	0,632
» 14	10.40.29	3.30. 9,46	$\bar{2},905$	14.21. 1,1	0,635
» 16	9. 4.51	3.21.36,49	$\bar{2},850_n$	14. 3.43,8	0,639

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les familles de Lamé composées de surfaces admettant un plan de symétrie variable.* Note de M. **J. Haag**.

M. Darboux a donné (*Systèmes triples orthogonaux*, p. 110) une *condition nécessaire* pour que des surfaces ayant un plan de symétrie variable puissent engendrer une famille de Lamé. Je suis arrivé, par une autre voie, à des résultats très simples, et j'ai déterminé toutes les familles de Lamé en question, sauf peut-être pour un cas très particulier. Posons-nous d'abord la question plus générale suivante :

Soit une famille de Lamé F. *Prenons la surface* S′ *symétrique de chaque surface* S *de* F *par rapport à un plan* Π *variant avec* S. *A quelles conditions les surfaces* S′ *forment-elles une nouvelle famille de Lamé?*

La réponse est immédiate, si l'on s'appuie sur les résultats de notre Note du 22 novembre dernier :

Pour que les surfaces S′ *forment une famille de Lamé, il faut et suffit que chaque surface* S *puisse engendrer une famille de Lamé en tournant autour de la droite* D *suivant laquelle* Π *touche son enveloppe* ε.

On sait en outre que si l'on déforme ε, sans déformer ses génératrices, et en entraînant chaque surface S avec le plan Π correspondant, les nouvelles positions des surfaces S constituent encore une famille de Lamé. *On pourra* en particulier *amener tous les plans* Π *à coïncider*.

Supposons maintenant que chaque surface S *d'une famille de Lamé admette un plan de symétrie* Π *la coupant orthogonalement suivant une ligne de courbure* A, *qui ne soit pas une ligne d'ombilics*.

Parmi les surfaces qui complètent le système triple orthogonal, il y en a qui coupent orthogonalement chaque surface S suivant une ligne de courbure γ orthogonale à A et par conséquent symétrique par rapport au plan Π. (Ceci pourrait être un défaut si A était une ligne d'ombilics.) Ces surfaces forment une des familles (F_1) du système triple. Imaginons alors qu'on associe à chaque ligne γ de S une surface Γ qui coupe S à angle droit suivant γ et qui admette Π pour plan de symétrie. Il est clair que, si γ engendre une surface de (F_1), la surface Γ correspondante touchera cette surface suivant γ. Or je démontre le théorème suivant :

Pour qu'une surface variable Γ *ayant un plan de symétrie variable* Π *touche son enveloppe suivant une ligne* γ *symétrique par rapport à* Π, *il faut et suffit que les normales à* Γ *le long de* γ *rencontrent toutes la caractéristique du plan* Π.

En appliquant ce théorème au problème précédent et combinant cette seconde méthode avec la première, on arrive au théorème suivant :

Prenons une surface quelconque (S_1) *à lignes de première courbure planes, et un plan* Π *quelconque. Construisons le périsphère surface de Joachimstal* S *engendré par les cercles normaux à* Π *et à* (S_1) *le long d'une ligne de première courbure dont le plan coupe* Π *suivant une droite* D. *Déformons ensuite le plan* Π *sans déformer les droites* D *et supposons que le plan tangent relatif à chaque droite* D *entraîne avec lui la surface* S *correspondante. Les nouvelles positions de ces surfaces constituent la famille de Lamé la plus générale, composée de surfaces à plan de symétrie variable.*

Si l'on veut en particulier *les familles de Lamé composées de cyclides de Dupin*, il suffit de prendre comme surface (S_1) le périsphère le plus général. On retrouve alors immédiatement les différents résultats établis par M. Darboux dans deux récents Mémoires, entre autres la génération élé-

gante indiquée dans le second Mémoire et qui fait intervenir l'enveloppe d'un cercle focal de la cyclide.

Cas d'exception. — Nous avons écarté le cas où la ligne (A) serait une ligne d'ombilics. En s'appuyant sur un théorème de M. Maurice Levy relatif aux lignes ombilicales d'une famille de Lamé, on voit sans peine que *le seul cas qui nous échappe est celui où la ligne* (A) *coïncide avec la caractéristique* D *du plan* II. Il y aurait lieu d'étudier la distribution des lignes de courbure au voisinage de cette ligne, ce qui semble assez compliqué, car ses différents points ne sont plus des ombilics à proprement parler et présentent des singularités du troisième et du quatrième ordre.

Généralisations diverses. — On peut généraliser de diverses façons les résultats précédents. D'abord, dans la première question que nous nous sommes posée, on peut supposer qu'*au lieu d'un plan de symétrie on a un centre ou un axe de symétrie.* On est conduit à des résultats analogues que nous n'énonçons pas ici faute de place. Malheureusement, notre seconde méthode ne s'applique plus ici et l'on ne peut arriver à des résultats aussi complets que les précédents.

On peut aussi supposer qu'au lieu de surfaces à plans de symétrie on a des surfaces anallagmatiques. On obtient alors le théorème suivant :

Prenons une surface quelconque (S_1) *à lignes de première courbure sphériques et une sphère* II *quelconque. Construisons le périsphère* S_1 *inverse d'une surface de Joachimstal, engendré par les cercles normaux à* II *et à* (S_1) *le long d'une ligne de première courbure, dont la sphère coupe* II *suivant un cercle* D. *Soumettons la sphère* II *à une flexion isomorphe* (¹) *relative aux cercle* D, *et fixons chaque surface* S *ainsi transformée quand le cercle* D *correspondant sert de base à la flexion. Les surfaces obtenues constituent la famille de Lamé la plus générale composée de surfaces anallagmatiques par rapport à une sphère variable et coupées à angle droit par cette sphère suivant une ligne qui n'est pas un cercle d'ombilics.*

Je me suis rendu compte, en cherchant la démonstration de ce théorème, qu'on pouvait généraliser mes Notes du 3 août 1908 et du 22 novembre 1909 en y remplaçant le déplacement par la transformation conforme la plus générale de l'espace. Mais je n'ai fait qu'ébaucher cette théorie.

(¹) Voir Darboux, *Théorie des surfaces*, t. IV, p. 254.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des fonctions analytiques par des intégrales définies*. Note de M. **D. Pompéiu**, présentée par M. Jordan.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus* du 12 juillet 1909) j'ai montré la possibilité de mettre toute fonction analytique $f(z)$, bornée et singulière sur un ensemble E de longueur *partout non nulle* [cette propriété de E est, d'ailleurs, une conséquence de l'hypothèse faite sur $f(z)$], sous la forme d'une intégrale définie

$$f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_E \frac{\varphi(\zeta)}{\zeta - z}\,d\zeta,$$

ζ désignant les points singuliers de $f(z)$, et $\varphi(\zeta)$ étant une fonction qu'on sait définir et qui est nulle pour tout point régulier z.

1. Dans la présente Note je me propose d'appliquer la même méthode à la représentation des fonctions analytiques uniformes $f(z)$ ayant les propriétés suivantes :

1° $f(z)$ est partout continue, donc continue aussi sur l'ensemble E des points singuliers ;

2° La dérivée $f'(z)$ est une fonction bornée : autrement dit, on a

$$|f'(z)| < M$$

quel que soit z, M étant un nombre fixe ;

3° La fonction $f(z)$ est régulière et nulle à l'infini.

Des deux premières hypothèses il s'ensuit immédiatement (voir, par exemple, dans ma Thèse, le Chapitre III de la deuxième Partie) que l'ensemble E, formé par les points singuliers ζ de $f(z)$, a une aire *partout non nulle*.

2. Cela posé, je vais me servir d'un lemme pour l'énoncé duquel j'ai besoin d'une définition.

Soit $f(z)$ une *fonction de variable complexe* (je prends ce mot dans son sens général et non dans le sens restreint de fonction analytique). Je suppose que $f(z)$ est définie dans un certain domaine D ayant pour frontière une ligne rectifiable C.

Divisons le domaine D, par des lignes rectifiables, en un nombre quelconque de domaines partiels D_h : chacun de ces domaines aura pour frontière une courbe rectifiable C_h. Prenons les intégrales de $f(z)$ le long de chacun

des contours fermés C_h et formons la somme

$$V = \left|\int_{C_1} f(z)\,dz\right| + \left|\int_{C_2} f(z)\,dz\right| + \ldots + \left|\int_{C_n} f(z)\,dz\right|$$

que nous appellerons *variation*, relative à $f(z)$, pour le mode de division adopté. Si, quel que soit le mode de subdivision adopté, le nombre positif V est *borné*, nous dirons que $f(z)$ donne lieu à une *variation totale bornée*, cette variation totale étant, par définition, la plus grande limite de V lorsque le diamètre δ des domaines partiels D_h tend vers zéro.

Cette définition étant posée, le lemme s'énonce de la façon suivante :

Soit $f(z)$ une fonction de variable complexe, définie dans un domaine D. Si, dans ce domaine, $f(z)$ donne lieu à une variation totale bornée, il existe une fonction $\varphi(z)$, définie dans D, sauf peut-être pour certains points formant un ensemble d'aire nulle, et telle qu'on ait, pour tout contour fermé C, tracé dans D,

$$\int_C f(z)\,dz = \int_{(C)} \varphi(z)\,d\omega,$$

la seconde intégrale étant une intégrale double étendue au domaine limité par C.

3. Reprenons maintenant la fonction analytique $f(z)$, définie au n° 1, et appliquons-lui le lemme précédent : cela est possible à cause de l'hypothèse faite sur $f'(z)$.

On en déduit l'existence d'une fonction φ définie pour tout point z ou ζ. Mais, dans un certain voisinage de tout point z, l'intégrale

$$\int_C f(z)\,dz$$

est nulle. Donc la fonction φ est nulle pour tout point régulier z ; elle n'est différente de zéro que pour les points singuliers ζ.

D'ailleurs, pour ces points elle ne peut pas être identiquement nulle, car, alors, les intégrales

$$\int_C f(u)\,du$$

(où u désigne indifféremment les points z et ζ) seraient toutes nulles, et, $f(u)$ étant partout continue, la fonction $f(u)$ serait, d'après un théorème de Morera (voir aussi, dans ma Thèse, le Chapitre I de la première Partie), partout holomorphe, ce qui est impossible.

Nous avons donc défini sur l'ensemble E une fonction $\varphi(\zeta)$, non nulle.

4. Je dis maintenant qu'on a

$$f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_E \frac{\varphi(\zeta)}{\zeta - z}\,d\omega,$$

l'intégrale du second membre étant une intégrale double. En effet, considérons la fonction $j(z)$ définie par l'intégrale du second membre ; c'est une fonction ayant les propriétés énumérées au n° 1. Mais, de plus, les intégrales

$$\int_C j(z)\,dz$$

(prises le long d'un contour fermé quelconque C) ont mêmes valeurs que les intégrales correspondantes

$$\int_C f(z)\,dz.$$

Il s'ensuit que, pour la fonction

$$h(z) = j(z) - f(z),$$

les intégrales

$$\int_C h(z)\,dz$$

sont toutes nulles. Et, comme $h(z)$ est partout continue, on en conclut (théorème de Morera, cité au n° 3) que $h(z)$ est partout holomorphe, donc *constante*. Mais $f(z)$ et $j(z)$ s'annulent à l'infini ; il en est donc de même pour $h(z)$ et cette fonction est identiquement nulle.

Donc $j(z)$ coïncide partout avec $f(z)$, ce que je voulais montrer.

L'intégrale $j(z)$ nous donne ainsi la représentation générale de la classe de fonctions analytiques définie au n° 1.

Remarquons, en terminant, que les points ζ pour lesquels φ n'a pu être défini, formant un ensemble d'aire nulle, n'ont aucune influence sur la valeur de l'intégrale double.

MÉCANIQUE. — *Sur le calcul des volants de laminoirs.* Note de M. CHARLES REIGNIER, présentée par M. Maurice Levy.

1° La jante du volant d'une machine est sujette à une variation de vitesse $\Delta V = (V_1 - V_2)$ pendant la variation du temps $\Delta T = T_1 - T_2$, où elle s'accomplit.

Il se produit de ce fait, sur la masse de la jante de poids P, des forces variables d'inertie

$$\mathcal{F}_1 = \frac{P}{9,81}\frac{dv}{dt}. \tag{1}$$

Substituant aux différentielles les différences finies Δ et Δ, on aura pour expression de la force d'inertie moyenne approchée

$$\mathcal{F}_2 = \frac{P}{9,81}\frac{\Delta V}{\Delta T}. \tag{2}$$

2° Désignons par α le rapport de la force d'inertie moyenne $\mathcal{F}_2$ à l'effort tangentiel rapporté au centre de gravité de la section de la jante, et correspondant à la puissance maxima N, en kilogrammètres, que le moteur peut fournir à la vitesse $V_{moy.}$ du centre de gravité de la jante; nous écrirons l'équation de condition

$$\frac{P}{9,81}\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{\alpha N}{V_{moy.}}. \tag{3}$$

3° Donnons-nous $\alpha = 2$, la formule (3) devient

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{2 \times 9,81 \times 75 N_1}{P V_{moy.}} = 1471,5 \frac{N_1}{P V_{moy.}}, \tag{4}$$

N_1 désignant la puissance en chevaux.

4° Examinons les valeurs de $\frac{\Delta T}{\Delta T}$ dans des moteurs de laminoirs existants et possédant une régularité pratiquement convenable, on a les résultats suivants :

Désignation des trains.	Puissance en chevaux.	Vitesse en mètres par seconde.	Poids des jantes.	$\frac{\Delta V}{\Delta T}$.
			kg	
Tôles	200	18,300	12,000	1,34
Bidons	133	21,000	8,000	1,10
Petits fers	190	23,000	10,500	1,16
Profilés	450	30,500	18,000	1,20
Rails (18kg)	735	30,000	27,000	1,34
Rails	1000	32,000	40,000	1,15
Zinc	150	20,600	7,500	1,42
Bandes ailettes	600	32,000	15,000	1,98
Rails	1300	31,500	34,500	1,76
Double duo	700	30,500	31,140	1,09
Trio	695	35,000	31,000	0,95
Trio	1500	32,500	41,000	1,62
Larges plats	1800	30,300	49,000	1,78

On déduit de ces observations que la moyenne des valeurs de $\frac{\Delta T}{\Delta T}$ est comprise entre 1 et 2 dans l'hypothèse de $\alpha = 2$. En admettant $\frac{\Delta T}{\Delta T} = \frac{2 \times 9{,}81 \times 75}{1000}$ on pourra écrire la formule (4) sous la forme très simple

$$(5) \qquad \text{P (tonnes)} = \frac{\text{N (chevaux)}}{\text{V}_{\text{moy.}} \text{ (m. par sec.)}},$$

qui contient implicitement

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = 1{,}4715 \qquad \text{et} \qquad \mathcal{F}_2 = 2 \frac{N}{V_{\text{moy.}}}.$$

5° D'une façon générale, on s'imposera l'écart ΔV de vitesse par le coefficient de régularité et l'écart de temps ΔT, par des considérations de fabrication.

6° Dans l'hypothèse d'une pulsation de la vitesse suivant la forme sinusoïdale, la détermination de l'accélération maxima permettra de calculer les bras du volant à la flexion produite sur eux par la force d'inertie maxima [1]

$$\mathcal{F}_3 = \frac{P}{9{,}81} 1{,}57 \frac{\Delta V}{\Delta T}.$$

MÉCANIQUE. — *Sur le volant des moteurs d'aviation.* Note de M. **L. Lecornu**, présentée par M. Painlevé.

La théorie classique du volant suppose connus, en fonction de l'angle de rotation θ, le moment moteur M et le moment résistant N. Elle ne s'applique pas au cas d'un moteur d'aviation, pour lequel la résistance de l'hélice dépend non de θ, mais de la vitesse angulaire $\omega = \frac{d\theta}{dt}$. La valeur de N est alors de la forme $l\omega^2$, et, si l'on désigne par A le moment d'inertie du volant, l'équation du mouvement est

$$(1) \qquad A \frac{d\omega^2}{d\theta} = 2(M - l\omega^2),$$

(1) Pour la pulsation de vitesse sinusoïdale $v = \frac{\Delta V}{2} \sin\left(\frac{\pi}{T} t\right)$ l'accélération moyenne est mathématiquement égale à $\frac{\Delta V}{\Delta T}$ et l'accélération maxima est $\frac{\pi}{2} \frac{\Delta V}{\Delta T}$.

d'où, en posant $\frac{2l}{A} = h$,

$$(2) \qquad \omega^2 = \frac{2}{A} e^{-h\theta} \int M e^{h\theta} d\theta.$$

On sait, d'après le colonel Renard, que si k est le coefficient de la résistance de l'air, d le diamètre de l'hélice et a un nombre dépendant de la configuration de cet appareil, la valeur de l est égale à kad^5. La formule (2) permet ainsi, connaissant le moteur et l'hélice, de trouver pour A une valeur capable de maintenir les variations de vitesse dans les limites voulues; la constante arbitraire provenant de l'intégration peut être négligée, attendu qu'elle n'introduit dans la valeur de ω^2 qu'un terme rapidement évanouissant.

Supposons, en particulier, que le moteur soit constitué par p cylindres à quatre temps, disposés de façon que leurs explosions se succèdent régulièrement dans le cycle, correspondant à deux tours du volant. M est alors une fonction de θ ayant pour période 4π, ou, ce qui revient au même, une fonction de l'angle $\varphi = \frac{\theta}{2}$ ayant pour période 2π. On peut représenter le moment moteur de chaque cylindre par une série de Fourier procédant suivant les sinus et cosinus des multiples de φ. En faisant ensuite la somme de ces moments, on voit disparaître les termes pour lesquels l'argument n'est pas multiple de $p\varphi$. La série qui subsiste est la même pour chacun des cylindres. Si l'on admet que la loi de décroissance des coefficients de cette série est assez rapide pour qu'on puisse conserver seulement, à la suite du terme constant, les termes en $\sin p\varphi$, $\cos p\varphi$, et si l'on choisit convenablement l'origine des angles, on peut écrire

$$(3) \qquad M = \frac{A}{2} p(m + R \sin p\varphi),$$

m et R désignant des constantes dépendant du genre de moteur. On en déduit

$$(4) \qquad \omega^2 = p\frac{m}{h} + \frac{2Rp}{4h^2 + p^2} (2h \sin p\varphi - p \cos p\varphi).$$

D'après ces formules M et ω^2 éprouvent respectivement par rapport à leurs valeurs moyennes les variations $\frac{2R}{m}$ et $\frac{4hR}{m\sqrt{4h^2 + p^2}}$. Remplaçons h par sa valeur; appelons en outre r le coefficient de régularité, c'est-à-dire le rapport entre la vitesse moyenne et la variation totale de vitesse. Il vient, tous calculs faits,

$$(5) \qquad A = \frac{4kad^5}{p} \sqrt{\frac{R^2 r^2}{m^2} - 1}.$$

Telle est la formule déterminant le moment d'inertie en fonction des caractéristiques de l'hélice, du nombre des cylindres, de la variation propor-

tionnelle $\frac{2R}{m}$ du moment moteur et du coefficient de régularité au-dessous duquel on ne veut pas descendre.

L'influence favorable du nombre de cylindres se manifeste à la fois par la présence du facteur $\frac{1}{p}$ et par la réduction de R due à la disparition des $p-1$ premiers termes de la série de Fourier. Notons toutefois que les coefficients des termes de la série ne décroissent pas nécessairement d'une façon régulière, en sorte qu'avec certains types de moteurs il peut arriver que quatre cylindres, par exemple, exigent un moindre volant que cinq ou six.

On remarque que le volant, toutes choses égales d'ailleurs, est proportionnel à d^5. L'emploi d'une grande hélice, avantageux au point de vue du rendement, n'est donc pas sans inconvénient. Il est vrai que A comprend le moment d'inertie de l'hélice elle-même, et que ce moment est déjà proportionnel à d^5. Mais, à moins que l'hélice ne soit assez massive pour tenir entièrement lieu de volant, l'objection conserve sa portée. Or on doit, bien loin d'alourdir l'hélice, chercher à l'alléger, sous peine d'imposer à l'arbre des efforts de tension capables d'amener sa rupture. Le calcul montre, en effet, que pour une section quelconque de cet arbre, si l'on appelle A_1 le moment d'inertie de la partie située par rapport à cette section du même côté que l'hélice, un accroissement brusque ΔM de M, dû à l'explosion dans un cylindre placé du côté de l'hélice, diminue le couple de torsion, tandis que la même variation ΔM, provenant d'un cylindre situé du côté opposé à l'hélice, entraîne pour le couple de torsion l'accroissement $\frac{A_1}{A}\Delta M$, d'autant plus important que A_1 est une fraction plus grande de A, et il y a par suite intérêt à éloigner le plus possible de l'hélice le volant proprement dit. En d'autres termes, le volant et l'hélice doivent, pour réduire au minimum les chances de rupture, être disposés de part et d'autre du vilebrequin.

MÉCANIQUE. — *Sur la vitesse des ondes de choc et combustion.* Note de M. E. **Jouguet**, présentée par M. Vieille.

1. Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* du 25 février 1907, j'ai proposé d'admettre, à titre de postulat, pour les ondes de choc et combustion ([1]), la proposition suivante, qui est rigoureusement démontrée, grâce

([1]) Sur les ondes de choc et combustion, voir mon Mémoire *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz*, dans le *Journal de Mathématiques pures et ap-*

au principe de Carnot, pour les ondes de choc sans combustion des gaz parfaits.

Postulat I. — *La vitesse d'une onde de choc et combustion est toujours :*

a. Plus grande que la vitesse du son dans le milieu qui la précède;

b. Plus petite que la vitesse du son dans le milieu qui la suit.

Je voudrais montrer aujourd'hui que ce postulat est équivalent à un autre, qui paraît assez naturel pour servir de justification partielle au premier.

2. Soit une onde de choc et combustion faisant passer le mélange gazeux d'un état 1 à un état 2. Supposons que la combustion résiduelle se fasse suivant la loi de la dissociation ou bien qu'elle soit nulle. L'énergie interne du mélange est alors, après comme avant l'onde, une fonction du volume spécifique σ et de l'entropie s. Soient p la pression, égale à $-\frac{\partial \varepsilon}{\partial \sigma}$, et T la température absolue, égale à $\frac{\partial \varepsilon}{\partial s}$. La loi d'Hugoniot s'écrit

$$(p_1+p_2)(\sigma_2-\sigma_1)+2(\varepsilon_2-\varepsilon_1)=0. \tag{1}$$

Si l'on suppose donnés σ_1 et s_1, c'est-à-dire l'état initial, cette équation définit s_2 en fonction de σ_2, ou p_2 en fonction de σ_2, ou s_2 en fonction de p_2, et l'on a

$$\frac{ds_2}{d\sigma_2}=\frac{p_2-p_1+(\sigma_1-\sigma_2)\frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2}}{2\mathrm{T}_2+(\sigma_2-\sigma_1)\frac{\partial p_2}{\partial s_2}}, \tag{2}$$

$$\frac{dp_2}{d\sigma_2}=\frac{2\mathrm{T}_2\frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2}+(p_2-p_1)\frac{\partial p_2}{\partial s_2}}{2\mathrm{T}_2+(\sigma_2-\sigma_1)\frac{\partial p_2}{\partial s_2}}, \tag{3}$$

$$\frac{ds_2}{dp_2}=\frac{(p_2-p_1)+(\sigma_1-\sigma_2)\frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2}}{2\mathrm{T}_2\frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2}+(p_2-p_1)\frac{\partial p_2}{\partial s_2}}. \tag{4}$$

---

pliquées (1905-1906) et un travail de M. Crussard dans le *Bulletin de l'Industrie minérale* (1907). Dès 1899, M. Chapman avait publié, dans le *Philosophical Magazine*, une étude où se trouvent quelques-unes des idées que j'ai développées en 1905. Je n'ai pas cité cette étude dans mon Mémoire parce que je n'en ai eu connaissance que récemment. Je m'empresse de saisir l'occasion qui se présente ici de rendre à M. Chapman ce qui lui est dû.

Soient

$$D = \sigma_1 \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{\sigma_2 - \sigma_1}},$$

la vitesse de l'onde de choc et combustion;

$$E_2 = \sigma_1 \sqrt{-\frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2}},$$

celle du son après le front de l'onde, rapportées toutes deux à l'état 1.

L'équation (3) peut s'écrire

$$\frac{ds_2}{dp_2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1^2} \frac{D^2 - E_2^2}{2 T_2 \frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2} + (p_2 - p_1) \frac{\partial p_2}{\partial s_2}}.$$

Nous supposerons que les gaz constituant le mélange sont parfaits en ce sens qu'ils suivent les lois de Mariotte, de Gay-Lussac et de Joule; mais nous supposerons leurs chaleurs spécifiques variables avec la température. Soient C_2, c_2, γ_2 les chaleurs spécifiques du mélange et leur rapport juste derrière le front de l'onde. Si la combustion résiduelle est nulle, l'expression

$$2 T_2 \frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2} + (p_2 - p_1) \frac{\partial p_2}{\partial s_2}$$

est égale à

$$-\frac{p_2}{C_2 - c_2} [(\gamma_2 + 1) p_2 + (\gamma_2 - 1) p_1];$$

elle est donc négative. Sinon on peut, en se fondant sur l'expérience des phénomènes explosifs, admettre que la dissociation est assez faible pour que le signe de cette expression ne soit pas changé. Dès lors, l'équation (4) devient

$$\frac{ds_2}{dp_2} = k^2 (\sigma_2 - \sigma_1)(D^2 - E_2^2). \tag{5}$$

D'une manière analogue, donnons-nous σ_2 et s_2, c'est-à-dire l'état final. L'équation (1) définit alors s_1 en fonction de p_1 et l'on a :

$$\frac{ds_1}{dp_1} = k'^2 (\sigma_1 - \sigma_2)(D^2 - E_1^2), \tag{6}$$

E_1 étant la vitesse du son avant l'onde, rapportée à l'état 1.

3. L'onde de choc et combustion étant un phénomène adiabatique et irréversible, l'entropie doit croître à sa traversée. Il est d'ailleurs assez naturel

de supposer que cette variation d'entropie est d'autant plus forte que l'irréversibilité est plus considérable, c'est-à-dire que l'onde de choc et combustion est plus violente. Nous sommes ainsi conduits à admettre le postulat suivant :

Postulat II. — *L'état initial (ou l'état final) étant donné, la variation d'entropie est d'autant plus grande que la variation de pression est plus grande.*

Dès lors pour les ondes condensées ($\sigma_2 < \sigma_1, p_2 > p_1$) $s_2 - s_1$ doit croître avec p_2 et décroître quand p_1 croît; c'est l'inverse pour les ondes dilatées ($\sigma_2 > \sigma_1, p_2 < p_1$). Les formules (5) et (6) montrent alors qu'on doit avoir

$$E_1 < D < E_2.$$

Le postulat II est donc équivalent au postulat I.

Bien que ce postulat II soit, comme nous l'avons dit, assez naturel, il n'est cependant pas entièrement évident. Il eût été naturel aussi d'admettre que la variation d'entropie croît avec la variation de densité, et en effet cette hypothèse permet de démontrer le postulat I (*b*). Mais elle est, dans certains cas, incompatible avec le postulat I (*a*) [1].

PHYSIQUE. — *Influence d'un champ magnétique sur l'amortissement des vibrations lumineuses.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans un travail récent relatif aux dissymétries présentées par les composantes magnétiques des raies d'émission des vapeurs, M. A. Dufour [2] a émis, pour expliquer les dissymétries d'intensités, l'hypothèse d'une action du champ magnétique sur l'amortissement.

Au cours de mes recherches sur les modifications que subissent, sous l'influence d'un champ magnétique, les bandes d'absorption des cristaux, j'ai observé quelques effets qui semblent produits par une variation de l'amortissement.

---

(1) Ces cas sont naturellement ceux où la variation de densité et la variation de pression ne croissent pas ou ne décroissent pas ensemble. Aussi cette incompatibilité ne doit-elle point trop surprendre.

(2) A. Dufour, *Communication à la Société française de Physique*, 3 décembre 1909.

Je citerai deux exemples, très caractéristiques, visibles sur les clichés que nous avons, M. Kamerlingh Onnes et moi, obtenus à Leyde en refroidissant les cristaux jusqu'aux températures de — 253° (hydrogène liquide) et — 259° (hydrogène solide).

1° Lorsque la bande $537^{\mu\mu}$ du xénotime est décomposée en deux composantes polarisées circulairement en des sens inverses (champ magnétique, axe optique du cristal et faisceau lumineux parallèles), la composante retardée (côté du rouge) est faible et a un aspect symétrique avec des bords assez nets; l'autre composante, très intense, a un aspect tout à fait dissymétrique, le bord du côté rouge étant assez net alors que le bord côté violet est flou, de sorte que le maximum d'absorption n'est pas au milieu de cette composante.

2° La bande $399^{\mu\mu},6$ de la tysonite donne deux composantes circulaires à l'intérieur desquelles l'absorption maxima est sensiblement la même. Mais la composante retardée est beaucoup plus floue et plus large que la composante accélérée, et de plus elle présente du côté des longueurs d'onde croissantes un bord plus flou que du côté opposé.

Il est probable que les différences de largeur et de netteté des composantes circulaires provenant de la décomposition d'une même bande résultent d'une modification produite par le champ sur l'amortissement des vibrations. Cette action est même plus complexe et plus intéressante qu'on ne pouvait le penser, puisque les composantes sont parfois déformées, s'étalant plus d'un côté que de l'autre.

Cet effet est d'autant mieux visible que la température est plus basse. L'influence du champ magnétique sur l'amortissement joue nécessairement un rôle dans l'aspect dissymétrique de l'ensemble des composantes. Peut-être, dans le cas des vapeurs, suffit-elle à expliquer les dissymétries d'intensités, mais il n'en est certainement pas ainsi dans le cas des cristaux. En effet, considérons la bande 399,6 de la tysonite : si les deux composantes absorbaient la même quantité de lumière, la plus large et la plus floue serait notablement moins intense que l'autre; or, nous avons dit que les maxima d'absorption paraissent les mêmes pour ces deux composantes; il est donc certain que la composante large absorbe plus de lumière que la composante fine.

D'ailleurs, il est évident à première vue que les énormes dissymétries observées en refroidissant jusqu'à — 259°, produisant parfois la disparition presque totale d'une composante alors que l'autre est de plus en plus intense, ne sont pas dues uniquement à des variations de l'amortissement.

Nous les avons attribuées, M. Kamerlingh Onnes et moi, à des variations de stabilité des systèmes vibrants (ou des trajectoires des électrons), variations qui résultent des changements de période imposés par le champ magnétique ([1]).

PHYSIQUE. — *Adsorption d'ions.* Note de M. V. **Bournat**, présentée par M. J. Violle.

Lorsqu'on détermine la tension superficielle d'électrolytes suffisamment étendus pour que la dissociation soit très grande, on constate que les électrolytes renfermant deux ions monovalents quelconques élèvent la tension superficielle de l'eau; les acides HCl, NO^3H, HBr abaissent au contraire cette tension superficielle.

Soient γ_1 et γ_2 les tensions superficielles de l'eau et d'un électrolyte quelconque, on a, par exemple :

Électrolytes.		$\gamma_2 - \gamma_1$.	
NaCl	$\frac{1}{10}$ normal	+0,25	C.G.S.
KCl	»	+0,23	»
NO^3K	»	+0,20	»
HCl	»	−0,07	»
NO^3H	»	−0,10	»

Ces valeurs de $\gamma_2 - \gamma_1$ sont indépendantes de la température, tout au moins pour les températures ordinaires, car alors les valeurs de γ_2 et γ_1 sont représentées en fonction de la température par des droites parallèles.

Les ions H^+ semblent jouer un rôle tout particulier. L'abaissement anormal qu'ils produisent s'expliquerait aisément si l'on supposait qu'il se forme à la limite de séparation de l'air et de la solution une accumulation d'ions H^+ d'après le processus indiqué par M. J. Perrin (*Comptes rendus*, 1903) dans sa théorie de l'osmose électrique. Une théorie développée par Helmholtz et M. Lippmann montre qu'il y aurait alors abaissement de la tension superficielle.

M. J. Perrin a montré l'action prépondérante des ions polyvalents sur la diminution de la charge. Nous avons essayé de voir ici le même phénomène et recherché entre autres l'action de l'ion $FeCy_6^{IV}$ sur la tension superficielle d'une solution de NO^3H. Si, à une solution $\frac{1}{5}$ normale d'un électrolyte, on ajoute $\frac{1}{100}$ molécule-gramme de

([1]) Voir *Le Radium*, t. V, et *Comptes rendus*.

K^4FeCy^6 par litre, on a un très faible relèvement de la tension superficielle du même ordre de grandeur que celui produit sur l'eau pure. Si, au contraire, on ajoute la même quantité de K^4FeCy^6 à une solution $\frac{1}{5}$ normale de NO^3H, on a un relèvement environ dix fois supérieur. Ceci semble prouver qu'il y a mordançage des ions polyvalents comme au contact des parois solides en osmose.

Puisqu'il s'agit d'étudier l'action d'ions, il est naturel de comparer des solutions de même concentration moléculaire. Pour une même concentration moléculaire (inférieure ou égale à $\frac{1}{10}$ normale), portons en abscisse les poids moléculaires des électrolytes et en ordonnée les valeurs de $\gamma_2 - \gamma_1$. On obtient, pour les électrolytes à deux ions monovalents, des points qui viennent se placer assez régulièrement sur une droite; les acides donnent une droite parallèle à la précédente et située en dessous. La présence d'une petite quantité d'ions polyvalents tend à faire se confondre ces deux droites par suite du relèvement de la seconde : il semble donc tentant d'admettre que la différence des ordonnées de ces droites est due précisément à l'adsorption des ions H^+ dans la couche superficielle, adsorption sans laquelle les acides suivraient la même loi que les autres électrolytes qui en osmose ne donnent pas d'électrisation notable. Désignons par γ_H la différence des ordonnées; l'expérience nous donne pour les solutions $\frac{1}{10}$ normales

$$\gamma_H = 0,35 \text{ C.G.S.}$$

Cette différence paraît varier proportionnellement à la concentration.

Les bases KOH et NaOH sont beaucoup plus difficiles à étudier; elles élèvent la tension superficielle de l'eau; mais pour une même concentration elles donnent des points situés sur une droite à peu près parallèle aux deux autres et placées entre elles deux. Il semble donc qu'il y ait aussi adsorption des ions OH^- et, en désignant par γ_{OH} la différence analogue à la précédente, on a

$$\gamma_{OH} = 0,25 \text{ C.G.S.}$$

Si l'on admet que ces abaissements sont dus à la couche double formée, on a aussi les valeurs de $2\pi\sigma^2 \frac{d}{K}$, K étant le pouvoir inducteur spécifique égal à 80, σ la densité électrique et d l'épaisseur de la couche double. On n'est pas bien fixé sur cette dernière; si elle est indépendante de la concentration, on voit que le nombre n d'ions absorbés par unité de surface pourrait s'exprimer en fonction de la concentration c par la formule

$$n = \mu c^{\frac{1}{2}},$$

où μ est une constante déterminée pour H^+ ou pour OH^-. En effet, σ est proportionnel à n, γ_H et γ_{OH} semblent proportionnels à c.

Cette formule offre une grande analogie avec la formule générale d'adsorption des molécules neutres

$$\frac{x}{m} = \beta c^{\frac{1}{p}},$$

où x désigne la quantité de corps adsorbés, m la masse du corps adsorbant et où $\frac{1}{p}$ varie entre 0,3 et 0,5.

Lorsque l'électrolyte n'est que faiblement dissocié, l'adsorption d'ions peut se superposer à l'adsorption des molécules neutres, comme l'a fait pressentir M. Herbert Freundlich.

Si l'on suppose l'épaisseur de la couche double égale à 5×10^{-7}, on trouve comme différence de potentiel pour une solution $\frac{1}{10}$ normale d'acide 0,07 volt. Ce nombre est de l'ordre de grandeur de ceux qu'a trouvés M. G. Perrin en étudiant l'écoulement d'une solution d'acide à travers un diaphragme sous l'action d'un champ électrique.

PHYSIQUE. — *Préparation de lames minces par volatilisation dans le vide.* Note de M. L. **Houllevigue**, présentée par M. E. Bouty.

L'emploi des projections cathodiques permet d'obtenir des dépôts transparents et spéculaires de divers métaux; j'ai décrit antérieurement, sous le nom d'*ionoplastie*, les procédés employés à cet effet. Mais il est des cas où cette méthode échoue, d'autres où elle présente des difficultés qui en restreignent l'emploi. Je me suis proposé, pour cette raison, de produire ces pellicules minces en utilisant la volatilisation d'un fil échauffé, dans le vide, par un courant électrique; le dispositif suivant est particulièrement commode :

Une cloche en verre, reliée à la pompe pneumatique de Gaede, laisse passer, à sa partie supérieure, deux tiges métalliques reliées à une canalisation électrique; sur l'une de ces tiges peut être fixé un cadre en laiton, qui supporte deux tiges parallèles et horizontales en verre, le long desquelles peuvent glisser à frottement dur plusieurs colliers en laiton munis de crochets. Le fil métallique qu'on se propose de vaporiser est relié par un de ses bouts au cadre métallique et se lace sur les crochets de façon à se développer en zigzag sur un plan horizontal; son autre extrémité est reliée à la seconde des tiges qui traversent le col de la cloche par l'intermédiaire d'un conducteur souple et d'une borne montée sur le cadre, dont elle est isolée à l'ébonite.

Parallèlement au fil, et en dessous de lui, se trouve un plateau en laiton, mobile autour d'un axe vertical et muni d'une lame de fer qui permet de le faire tourner à l'aide d'un aimant extérieur à la cloche; sur ce plateau est fixée, à l'aide de petits ressorts, la lame de verre à métalliser.

Le vide étant réalisé à quelques millièmes de millimètre, on envoie dans le fil un courant d'intensité croissante, en même temps qu'on anime le plateau et la lame de

verre d'un rapide mouvement de rotation. Dans ces conditions, le verre se recouvre, en quelques secondes, d'une pellicule que la rotation rend uniforme et dont l'épaisseur croît avec la durée de l'opération et la température du fil.

La température à laquelle le métal se vaporise avec une vitesse suffisante étant généralement voisine du point de fusion, le fil chauffé se transforme rapidement en un chapelet de gouttelettes séparées par des étranglements et casse au point le plus chaud. Cet inconvénient est évité et la méthode devient tout à fait pratique, si l'on emploie un fil fin ($0^{mm},3$) de platine, recouvert par galvanoplastie du métal à vaporiser; le platine, volatil seulement à très haute température, n'intervient que comme soutien, et l'opération ne présente plus aucun aléa.

La méthode a été appliquée avec succès aux métaux suivants : platine, or, argent, fer, cuivre, cadmium, zinc, étain (sur une âme en fil de fer); employée avec le mercure, en chauffant un fil de cuivre amalgamé, elle a donné un résultat négatif, le métal s'étant déposé sous forme de gouttelettes séparées, enfin, elle est applicable à des corps volatils non métalliques, déposés à la surface du fil chauffé par le courant.

D'une façon générale, les pellicules obtenues par cette méthode présentent le poli spéculaire et, quand elles sont assez minces, la transparence; mais leur solidité et leur pouvoir réflecteur sont notablement moindres que pour les dépôts obtenus par ionoplastie.

De plus, l'or et l'argent présentent un aspect tout à fait spécial: l'argent montre, par transparence, une teinte violacée qui vire au pourpre pour les fortes épaisseurs. L'or volatilisé est presque incolore par réflexion et présente, par transparence, des couleurs variables, suivant l'épaisseur, du rose au violet; on retrouve donc, dans ce cas, les mêmes colorations que dans les verres à l'or étudiés par Zsigmondy; j'ai remarqué, d'autre part, que de l'or déposé par ionoplastie et observé par transparence, passe du vert au rose quand on le chauffe au voisinage de 600°. Ces changements de coloration tiennent probablement, non à des réactions chimiques comme pour l'or bleu (qui est en réalité un hydrure d'or), mais à la formation de particules de dimensions différentes suivant la température.

PHYSIQUE. — *Sur les régions jaune, orangée et rouge du spectre de flamme à haute température du calcium.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. E. Bouty.

Dans une Note précédente, nous avons montré qu'à l'aide du chalumeau oxyacétylénique on peut obtenir le spectre de flamme du calcium le plus

riche en raies qu'on connaisse ([1]). Étant données la manière dont le calcium est répandu partout et la prépondérance de ce métal dans les taches solaires, nous avons cru devoir porter notre attention sur la partie la moins réfrangible du spectre, ce qui nous a permis, en même temps, de comparer notre spectre de flamme oxyacétylénique avec celui obtenu par M. King dans son four électrique ([2]). Les températures de ces deux sources sont, en effet, du même ordre de grandeur.

λ dans la flamme oxyacétylénique.	Intensités relatives dans cette flamme.	λ dans l'arc (Cooper).	Intensités relatives dans le four (S.-A. King). Haute température.	Basse température.
5262,0	2	61,708 62,254		
5264,5	1	64,247		
5265,6	3	65,563		
5270,3	5	70,276		
5349,8	3	49,450		
5582,0	1	81,978	2	Trace
5588,6	4	88,780	4	2
5590,0	0	90,225	1	»
5594,4	3	94,474	3	1
5598,5	2	98,598	3	1
5601,5	1	01,287	1	»
5602,9	0	02,765	1	»
5857,6	4	57,456	3	Trace
6103,1	3	02,824	9	6
6122,3	4	22,218	12	15
6162,6	4	62,176	14	22
6439,1	6	39,084	18	9
6450,2	1	49,820	8	2
6462,8	6	62,577	16	7
6472,1	1	71,665	5	1
6494,0	3	93,784	10	3
6499,4	0	99,662	3	Trace
6572,8	4	72,714	5	10
6717,9	0	17,721	1	»

Les observations sont rendues particulièrement difficiles par la présence des bandes vertes et rouges du calcium qui, avec la dispersion d'abord employée, avaient masqué

([1]) *Comptes rendus*, 13 décembre 1909.
([2]) *Astrophys. Journal*, t. XXIX, p. 190.

un certain nombre de raies. Nous avons construit un spectrographe plus puissant, muni de trois prismes denses et de deux objectifs ayant chacun 1^m de longueur focale : la dispersion de cet appareil est telle qu'au voisinage de la raie D, un écartement de 1^{mm} correspond à 15,3 U. A. Même avec cette dispersion, les bandes sont toujours gênantes; avec de longues poses, elles arrivent encore à cacher des raies, nous avons cependant réussi à presque doubler le nombre de celles que nous avions observées d'abord. Nous avons employé, comme spectre de comparaison, celui de l'arc au fer, et comme valeurs de longueurs d'onde le système de MM. Kayser et Runge. Les clichés ont été mesurés à l'aide d'une vis micrométrique ; l'erreur des mesures ne dépasse pas 0,2 U. A. Dans le Tableau précédent, nous donnons les valeurs des longueurs d'onde trouvées par nous, ainsi que celles déterminées dans l'arc par M. Cooper (1). Il est à remarquer que les mesures de M. Cooper sont basées sur un système autre que le nôtre, ce qui explique des divergences parfois notables entre nos résultats. Nous donnons également les raies trouvées par M. King dans son four, pour une densité moyenne de vapeur métallique. Il nous a été parfois difficile d'évaluer les intensités relatives des raies, en particulier aux endroits où elles coïncident avec des bandes.

La comparaison de notre spectre du calcium avec celui de M. King montre que, à l'exception d'une raie dont il sera question plus bas, leur caractère est le même. Les raies les plus intenses de la flamme sont aussi les plus intenses du four, et il en est de même pour les plus faibles. M. King estime que la température de son four atteint environ 2800°, c'est aussi à peu près la température de la flamme oxyacétylénique : la similitude des deux spectres semble indiquer que l'agent qui produit leurs raies doit être le même et, des données de nos recherches publiées dans une Note précédente (2), nous concluons que ce sont des facteurs thermiques qui sont en jeu. Nous partageons donc les vues de M. King relatives aux résultats qu'il a obtenus dans son four électrique.

Si nous considérons toutes les flammes employées jusqu'ici, nous remarquons que, sauf celle de l'acétylène et de l'oxygène, aucune d'entre elles ne nous a fourni de raies pour le calcium dans la partie rouge, la dernière raie émise par le chalumeau oxhydrique est même déjà la raie 5270,4, et les flammes de température moins haute émettent des raies de longueur d'onde encore plus courte. La production des raies rouges demande donc une température assez élevée.

Un petit nombre des raies contenues dans la liste de M. King manquent dans la nôtre, mais nous sommes persuadés qu'elles y figureraient également, si le pouvoir séparateur était plus fort, ce qui atténuerait l'influence du spectre de bandes vertes et rouges.

---

(1) *Astrophys. Journal*, t. XXIX, p. 333.

(2) *Comptes rendus*, 13 décembre 1909.

Nous attirons particulièrement l'attention sur la raie la plus forte contenue dans la liste de M. King, et à laquelle il attribue la longueur d'onde 6708,18. Dans notre flamme, cette raie est l'une des plus faibles. M. King la considère comme étant une raie de basse température; il nous est impossible de partager cette opinion, nous pensons que cette raie est due à une impureté qui n'est autre que le *lithium*. La longueur d'onde exacte de cette raie, donnée par Rowland, est 6708,070 (¹), elle ne se trouve pas dans le spectre solaire, mais elle est caractéristique des taches solaires où, d'après M. Adams (²), sa longueur d'onde est 6708,08. La concordance de ces valeurs ne laisse aucun doute sur l'origine de cette raie : *le lithium doit donc se trouver dans le Soleil*. Si la raie 6708 était une raie de basse température du calcium, nous l'aurions certainement observée au cours de nos expériences avec des flammes qui nous ont permis d'opérer à des températures très variables. M. King ajoute que cette raie rouge 6708 est comparable, sous beaucoup de rapports, à la raie bleue 4227 qui est très forte, lorsque la température est peu élevée, et que le calcium est présent en faible quantité. Nous obtenons la raie bleue très facilement dans toutes nos flammes, où ne se voit aucune trace de la raie rouge, ce qui constitue un argument de plus en faveur de notre opinion que la raie rouge n'est pas due au calcium.

En outre, la concordance de toutes les autres raies du four de M. King avec celle de notre chalumeau oxyacétylénique, et le fait que la même température est atteinte dans les deux sources, semblent exclure toute possibilité de l'existence d'une forte raie du calcium qui présenterait des caractères aussi anormaux.

De ce qui précède, on peut tirer la conclusion que, grâce à la haute température de la flamme oxyacétylénique, son emploi est particulièrement indiqué dans des recherches parallèles à celles entreprises avec le four électrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Réactions chimiques dans les gaz soumis aux pressions très élevées : décomposition de l'oxyde d'azote : formation du chlorure de nitrosyle.* Note de MM. **E. Briner** et **A. Wroczynski**, présentée par M. Georges Lemoine.

Dans une précédente Note (³), nous avons signalé quelques curieuses réactions chimiques qui intervenaient dans certains mélanges gazeux

---

(¹) *Table of Standard Wave-Lenghts*, 1893.

(²) *Contrib. of Mount Wilson Solar Observ.*, nº 40, p. 7.

(³) *Comptes rendus*, t. CLVIII, 1909, p. 1518.

soumis à des pressions très élevées. Dans ces expériences, la compression était réalisée en condensant les constituants gazeux dans un tube de verre très résistant, plongé dans l'air liquide et en laissant revenir ce tube à la température ordinaire, après l'avoir fermé au chalumeau. Le système était ainsi maintenu sous pression en l'absence de tout corps étranger capable de réagir avec lui; mais il était par contre impossible d'estimer, même avec une approximation grossière, les pressions agissantes.

En vue de mesurer ces pressions, nous avons repris ces essais en utilisant une pompe de compression, modèle Cailletet, construite pour produire des pressions allant jusqu'à 1000^{atm}.

Nous décrirons dans un autre recueil le dispositif expérimental, et nous nous bornerons à indiquer ici les résultats obtenus.

En comprimant à 300^{atm} et à la température ordinaire un mélange composé de 3^{vol} de NO et de 1^{vol} de HCl, nous avons vu, après 30 minutes environ, la phase gazeuse se colorer en rouge brun, ce qui caractérise la formation de chlorure de nitrosyle. Grâce à la capillarité du tube de compression, le chlorure de nitrosyle formé peut parfaitement subsister dans le haut de la phase gazeuse. D'ailleurs, après un certain temps, le mercure du ménisque est complètement transformé en chlorure, qui protège la phase gazeuse contre toute attaque de la part du mercure, si bien qu'au-dessus de la couche de chlorure de mercure, nous avons pu observer le chlorure de nitrosyle à l'état liquide. La vitesse de cette réaction croît notablement avec la pression, comme nous l'avons constaté en élevant la pression jusqu'à 720^{atm}. Cet essai confirme donc pleinement les observations faites par nous sur les tubes scellés.

Comme certaines raisons, entre autres l'apparition d'un liquide bleu après une compression prolongée et les résultats des analyses de la phase gazeuse, nous portaient à croire que le gaz NO devait se décomposer lui-même sous l'effet d'une pression élevée, nous avons appliqué le même mode opératoire à ce gaz seul.

Tout d'abord nous avons condensé dans quelques tubes plongés dans l'air liquide de l'oxyde d'azote parfaitement pur, en différentes quantités, de façon à obtenir des pressions différentes, selon le procédé déjà décrit. Le contenu de ces tubes était complètement incolore après leur retour à la température ordinaire; mais un jour après, on pouvait déjà reconnaître la formation d'une vapeur bleu verdâtre et même d'une petite goutte d'un liquide bleu vert dans ceux de ces tubes qui renfermaient beaucoup de NO et dans lesquels régnait, par conséquent, la pression la plus forte. La colonne de liquide bleu, qui est sans aucun doute de l'anhydride azoteux N^2O^3, augmentait d'ailleurs de jour en jour et a fini par atteindre, dans un tube, la longueur de 4^{cm} après 10 jours, c'est-à-dire par occuper environ le tiers du tube.

Ces expériences prouvent donc, d'une façon irréfutable, que le gaz NO se décompose sous l'effet de la pression, suivant l'équation

$$3\,NO = N^2O^3 + \tfrac{1}{2}N^2.$$

Mais cette réaction ne se manifeste, d'une manière appréciable, que si la pression atteint une certaine valeur, car dans un des tubes, qui était insuffisamment rempli, la phase gazeuse est restée parfaitement incolore après plus de 15 jours.

Nous avons, ensuite, soumis le gaz NO (toujours à la température ordinaire) à des pressions croissantes en utilisant la pompe à compression. En maintenant la pression à 28^{atm}, nous avons vu apparaître, après une dizaine d'heures, la coloration bleue de la phase gazeuse. Naturellement le ménisque de mercure était fortement attaqué par l'anhydride azoteux formé; malgré cela, après un jour, il s'est formé une goutte bleu vert de N^2O^3 dans le haut du tube. Cette expérience constitue donc une confirmation des essais effectués en tubes scellés. En opérant de même sur un autre tube contenant le gaz NO, mais à la pression de 150^{atm} seulement, nous n'avons enregistré, après quelques jours, qu'une faible diminution de volume et une légère attaque du ménisque; pour observer une décomposition appréciable, caractérisée par l'apparition d'une coloration bleue, nous avons toujours dû élever la pression jusqu'à 250^{atm}.

Cette décomposition permet d'expliquer très simplement le mécanisme de la formation de NOCl à partir de NO et HCl; il se forme d'abord N^2O^3, puis ce corps réagit avec HCl suivant l'équation

$$N^2O^3 + 2\,HCl = 2\,NOCl + H^2O.$$

La décomposition du gaz NO par la pression est conforme aux principes posés dans notre première Note; formation, par l'effet de pressions élevées et aux températures suffisamment basses, du système qui donne lieu à un travail des forces chimiques; or, la décomposition du composé endothermique NO en N^2O^3 et N^2 satisfait à cette règle puisqu'il y a dégagement de $43^{Cal},4$ dans la réaction

$$3\,NO = N^2O^3 + \tfrac{1}{2}\,N^2.$$

Nous étudions, actuellement, plus en détail le mécanisme de ces réactions, et nous nous proposons d'étendre ces recherches à d'autres gaz ou mélanges gazeux. Quoi qu'il en soit, la décomposition de NO par la pression montre qu'il est inutile d'étudier à un point de vue purement physique, les compressibilités de certains gaz ou mélanges gazeux aux pressions élevées, puisque ces pressions sont susceptibles de provoquer, après quelques temps, des réactions chimiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la loi de l'optimum de phosphorescence. Essai de théorie.* Note de M. L. **Brüninghaus**, présentée par M. A. Haller.

M. G. Urbain a donné récemment l'énoncé complet de la loi de l'optimum, auquel on voudra bien se reporter (¹). En raison du caractère fondamental de cette loi, il a paru important d'en rechercher l'interprétation physique, aucune explication des phénomènes d'optimum n'ayant encore été proposée.

Un travail sur les relations entre l'absorption et la phosphorescence, dont les résultats les plus saillants ont été exposés dans la précédente Note (²), a donné lieu à une théorie assez simple de ces phénomènes.

J'ai montré que tout se passe comme si l'émission de lumière par phosphorescence était localisée dans les couches internes de la matière, les molécules phosphorogènes des couches superficielles n'agissant qu'en vertu de leur pouvoir absorbant, pour tamiser les radiations émises en profondeur.

Il en résulte immédiatement qu'à un accroissement de la concentration du phosphorogène correspondent deux actions de sens opposé :

1° Accroissement du nombre des molécules émissives, et par conséquent de l'intensité de la lumière rayonnée par la couche active, proportionnellement à la concentration ;

2° Absorption plus grande de la lumière rayonnée, puisque la lumière transmise par une couche absorbante d'épaisseur constante (³) est proportionnelle à la quantité e^{-Bc}, e étant la base des logarithmes népériens, B une constante de la matière phosphorogène qui caractérise son pouvoir absorbant pour les radiations (supposées d'abord monochromatiques) considérées, c la concentration du phosphorogène.

Selon que l'un ou l'autre de ces deux facteurs l'emporte, l'intensité de la lumière se trouve accrue ou diminuée.

En somme, l'intensité d'une radiation dont les longueurs d'onde sont comprises entre des valeurs très voisines λ et $\lambda + d\lambda$ peut être représentée par la fonction $I = kce^{-Bc}$, et l'on sait que cette fonction passe par un maximum $\left(\text{pour } c = \frac{1}{B}\right)$, s'annule lorsque $c = 0$, et devient extrêmement

---

(¹) G. Urbain, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 1472; *Ann. de Ch. et de Phys.*, t. XVIII, 1909, p. 326.

(²) *Comptes rendus* du 13 décembre 1909.

(³) Nous admettons que la position de la couche active est indépendante de la concentration.

petite pour $c = 1$, et l'on reconnaît là les principaux faits qui ont donné lieu à l'énoncé de la loi de l'optimum. Si la radiation n'est pas monochromatique, on peut la considérer comme composée de divers flux élémentaires, dont les longueurs d'onde sont comprises entre $\lambda_1 + d\lambda$, $\lambda_2 + d\lambda$, ..., et à chacun desquels correspond une valeur de l'intensité représentée par les fonctions $I_1 = k_1 c e^{-B_1 c}$, $I_2 = k_2 c e^{-B_2 c}$, ...; chacune de ces fonctions passant par un maximum (optimum de la radiation considérée), pour les valeurs de la concentration égales à $\frac{1}{B_1}$, $\frac{1}{B_2}$, ... Le pouvoir absorbant d'une substance (représenté par les coefficients B_1, B_2, ...) étant généralement variable selon la longueur d'onde de la variation incidente, l'optimum de chaque radiation sera atteint pour une valeur différente de la concentration. Et l'on retrouve bien ainsi le contenu du paragraphe (2°) de la loi de l'optimum, qui interprète les changements de la couleur et du spectre de phosphorescence, lorsqu'on dilue le phosphorogène. [Ces changements, observés maintes fois par M. G. Urbain pour les terres rares ([1]), sont probablement un fait général, quoique plus difficile à constater pour les phosphorogènes usuels.]

Nos.	c.	I observé.	I calculé.	Observations.
1......	0	0	0	Les précipités de phosphate calcique sont formés de très petits grains dont la concentration en oxyde de manganèse n'est pas uniforme. Les matières 7, 8 et 9 contiennent notamment des grains visiblement moins concentrés qu'il n'est indiqué, qui brillent sur le fond plus sombre. Il en résulte que le nombre trouvé pour le n° 7 est certainement un peu trop fort. Pour 8 et 9, le fond est tout à fait obscur, et l'intensité observée est donc nulle.
2......	0,00001	0	0	
3......	0,0001	non mesurable	1	
4......	0,001	8	9	
5......	0,002	16	16	
6......	0,005	21	21	
7......	0,01	20	16	
8......	0,05	0	0	
9......	0,1	0	0	
10......	0,3	0	0	
11......	0,5	0	0	
12......	1,0	0	0	

Une vérification expérimentale rigoureuse de cette théorie est dans l'état actuel fort difficile. Il faudrait faire la photométrie des substances d'un optimum relativement à une radiation pratiquement monochromatique du spectre émis, et ceci est impossible, vu la faiblesse des phosphorescences comme sources de lumière. On a donc désiré simplement se rendre compte si une courbe des intensités, tracée expérimentalement, n'est pas inconciliable avec la courbe théorique. On a fait la photométrie d'un optimum

---

([1]) G. Urbain, *Journal de Chimie physique*, 1906, nos 4, 5 et 6; *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. XVIII, 1909.

de phosphate calcique manganésifère, très vivement phosphorescent en rouge, en considérant la totalité des radiations. Les mesures sont assez incertaines, en raison des colorations légèrement différentes des phosphorescences des diverses substances.

Ces mesures peuvent être considérées comme vérifiant, au degré de précision qu'elles comportent, la théorie proposée.

Resterait à rendre compte de ce que l'activité rayonnante passe par un maximum à une distance finie de la surface de la matière. Une hypothèse fort plausible, et vérifiable expérimentalement, est actuellement à l'étude.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une démonstration de la loi des phases.*

Note de **M. R. Boulouch**, présentée par M. A. Haller.

Dans sa réfutation (¹) de mes critiques (²), M. Müller s'est borné à répéter, à peu près, ce que contient sa première Note.

Il est donc inutile de prolonger ici la discussion ; je laisserai le lecteur averti en présence des arguments de M. Müller et des miens. Je laisserai aussi au lecteur le soin de démêler si, dans les raisonnements qu'on lui soumet, il n'aperçoit pas la trace d'une confusion entre trois choses essentiellement distinctes :

1° Les modifications *réelles* que subit un système hors d'équilibre, qui se transforme ;

2° Les modifications virtuelles qu'on peut *imaginer* dans un système en équilibre ;

3° Les échanges atomiques qui constituent l'équilibre mobile des théories atomistiques.

D'ailleurs, je demanderai à M. Müller, et cela vaudra infiniment mieux que toutes les affirmations gratuites ou non, de nous présenter, sous une forme un peu explicite, même dans le cas le plus simple, *une* équation $m = m'$ qui soit autre chose qu'une identité, ou la traduction immédiate d'une hypothèse.

(¹) *Comptes rendus*, 6 décembre 1909.

(²) *Comptes rendus*, 30 août 1909.

CHIMIE. — *Sur la nécessité de préciser les réactions.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Troost.

Dans une Communication portant le même titre que la présente Note et parue aux *Comptes rendus* de la séance du 6 décembre dernier, M. Colson, répondant à une critique que je lui avais adressée pour avoir *généralisé sans vérification* une réaction de Berthier (voir *Comptes rendus*, même Volume, p. 735), dit « *qu'il a indiqué les sources de son article bibliographique, de sorte que la responsabilité des faits ne doit pas lui être imputée* ».

Incontestablement l'un de nous deux s'est trompé, et le meilleur mode pour trancher la question est la comparaison des textes.

Or, j'ai eu le soin dans ma Note de citer le passage du Mémoire de Berthier auquel M. Colson fait allusion et de produire, à côté, l'article bibliographique de M. Colson. La comparaison ne laisse aucune hésitation sur la conclusion à en tirer. Et en fait, de tous les Ouvrages autorisés de Chimie minérale que j'ai consultés et qui citent le travail de Berthier en donnant la même source que M. Colson, pas un, ni le Traité d'Abegg et Auerbach, ni celui de Dammer, ni ceux de Gmelin-Kraut ou de Graham-Michaëlis, non plus que le Dictionnaire de Ladenburg et d'autres encore, pas un, dis-je, n'a mentionné le phénomène de décomposition des sulfites doubles alcalins et d'argent *avec formation de sulfate,* ce que Berthier, en effet, ne dit pas et que M. Colson a inscrit dans son article sur l'argent.

Au lieu de s'en tenir, comme les auteurs cités, à la lettre du texte de Berthier, M. Colson a cru pouvoir généraliser sans vérification expérimentale, et le fait erroné, qu'il a énoncé, lui devient ainsi personnel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages de nickel et de cuivre.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. A. Haller.

Dès 1876, Christofle et Bouilhet [1] utilisaient des alliages de nickel et de cuivre, et, en 1896, par l'étude des courbes de fusion, M. H. Gautier [2] concluait à l'existence de la combinaison NiCu.

Pour la recherche des composés possibles, des mélanges intimes des deux

(1) Christofle et Bouilhet, *Bull. Soc. chim.*, t. XXVI, 1876, p. 419.
(2) H. Gautier, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 172.

métaux, pris à l'état de poudres fines et absolument exempts de matières étrangères, de cobalt en particulier, avaient été fondus vers 1450° dans des nacelles en porcelaine disposées à l'intérieur de tubes de même nature, parcourus par de l'hydrogène pur et sec. On formait ainsi des alliages brillants malléables, surtout ceux riches en cuivre, ne s'oxydant pas sensiblement à l'air et présentant les reflets du cuivre pour des teneurs supérieures à 70 pour 100 de ce dernier.

L'acide azotique, bien que dilué, dissout complètement même à froid, les culots riches en cuivre et seulement à chaud, ceux chargés en nickel. L'acide chlorhydrique étendu, froid ou bouillant, qui n'a pas d'action sensible sur les alliages riches en cuivre, n'attaque que faiblement ceux qui en renferment peu; avec le même liquide à l'état concentré, c'est le cuivre qui domine dans les eaux d'attaque, dans le premier cas, l'autre métal pouvant même faire défaut; dans le second cas, c'est le nickel, surtout, qui entre en solution. L'acide sulfurique, qui se comporte généralement comme l'acide chlorhydrique, ne permet pas, avec les alliages à forte teneur en cuivre (90 pour 100), de séparer des substances exemptes de nickel, bien qu'il ne s'y trouve qu'en faible proportion.

Les corps ultimes, non cristallins, isolés dans ces *actions chimiques*, ne renfermaient les deux métaux que dans des proportions ne dépendant que des conditions expérimentales, ce qui semblait exclure tout composé défini.

Étude physique. — La courbe de fusion, refaite par Kurnakow et Zemczusny (1), d'une part, et W. Guertler et G. Tammann (2), d'autre part, concorde avec ces résultats, ainsi que l'étude qui a été effectuée des forces électromotrices (3).

Chacun des éléments à étudier comprend un métal à l'état pur (cuivre ou nickel) comme première électrode, un échantillon dosé de l'alliage, comme seconde, et une solution normale N de sulfate de nickel, représentant l'électrolyte. Le sulfate de cuivre en solution a dû être rejeté, son métal venant se déposer sur toute surface contenant du nickel. Avant toute mesure, chaque élément est abandonné à lui-même, pendant un certain temps, sa force électromotrice augmentant dans des proportions assez considérables pendant les premières minutes de l'immersion de ses électrodes, ce qui est un fait à peu près général; puis, elle ne s'élève que très lentement. Cependant, dans le cas actuel, un séjour trop prolongé entraîne un abaissement ultérieur de la valeur de la force électromotrice; du cuivre vient se déposer à la longue sur le nickel, lorsqu'on

(1) Kurnakow et Zemezusny, *Zeit. an. Chemie*, t. LIV, 1907, p. 151.

(2) W. Guertler et G. Tammann, *Zeit. an. Chemie*, t. LVII, 1908, p. 25.

(3) E. Vigouroux, *Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques de Bordeaux*, 8 juillet 1909.

oppose un pôle de ce métal à l'alliage ou bien sur ce dernier, dans le cas où c'est le cuivre qui lui est opposé. C'est la force électromotrice maxima de chaque élément, susceptible de se maintenir suffisamment longtemps, qui a été adoptée pour établir l'échelle de leurs valeurs relatives. Le dispositif est tel que les lectures aient lieu en quelques minutes. Les nombres obtenus ont permis d'établir le Tableau relatif aux deux systèmes

$$\overset{-}{Ni} \mid SO^4NiN \mid \overset{+}{Ni}Cu^x \quad \text{et} \quad \overset{+}{Cu} \mid SO^4NiN \mid \overset{-}{Ni}Cu^x,$$

ce dernier n'ayant été étudié que pour vérification.

Teneur en Cu pour 100.	Temps nécessaire pour atteindre le maximum de force électromotrice.		Force électromotrice correspondante en volts.	
	Pôle en Ni.	Pôle en Cu.	Pôle en Ni.	Pôle en Cu.
0	Quelques minutes	1 heure	0	0,3539
5	»	»	0,2574	0,1192
10	30 minutes	30 minutes	0,3100	0,0212
30	»	»	0,3178	0,0201
50	»	»	0,3228	0,0100
70	»	»	0,3350	0,0097
90	»	»	0,3438	0,0096
95	»	»	0,3458	0,0092
100	»	»	0,3508	0

Ces nombres, qui montrent que pour deux éléments montés avec un alliage de même teneur, comme premier pôle, mais avec le nickel ou le cuivre comme second, la somme des valeurs de leurs deux forces électromotrices correspond assez exactement à celle de l'élément établi avec les deux métaux purs, permettent de tracer les deux courbes de la figure 1, les résultats exprimés par l'une ne servant qu'à confirmer ceux de l'autre.

En résumé, l'étude chimique des alliages nickel-cuivre et surtout celle de leurs forces électromotrices ne permettent pas de conclure à l'existence de composés définis.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'azote nitrique par réduction à l'aide du système aluminium-mercure.* Note (1) de M. **Emm. Pozzi-Escot**, présentée par M. Ad. Carnot.

Les procédés de dosages de l'azote nitrique par réduction à l'état d'azote ammoniacal ne sont généralement pas appliqués dans la pratique, par suite

(1) Présentée dans la séance du 13 décembre 1909.

de la difficulté d'obtenir rapidement une réduction complète de l'azote nitrique en azote ammoniacal. Beaucoup d'agents réducteurs ont été proposés et tout particulièrement le zinc et l'aluminium.

Dans le cas de ce dernier métal, on sait que la réduction n'est jamais complète, même après plus de 12 heures d'attente ; des recherches que j'ai effectuées sur ce sujet m'ont montré qu'il est au contraire très facile d'obtenir en très peu de temps une réduction complète, en utilisant de l'aluminium-mercure.

G. Le Bon a montré que l'aluminium, qui a été légèrement frotté avec du mercure ou mis seulement un temps très court en contact avec une solution d'un sel de mercure, décompose très activement l'eau sans le concours d'un alcali ; j'ai utilisé cette réaction.

On opère directement dans le ballon de l'appareil de Schlœsing ; on introduit au plus 0g,500 de nitrate, 4g à 5g d'aluminium en rognures et quelques gouttes d'une solution saturée de bichlorure de mercure, de manière à bien mouiller l'aluminium, on ajoute encore un peu d'eau et l'on abandonne quelques minutes. Dès que la réaction se manifeste vivement, on ajoute un peu d'alcali fixe et on distille l'ammoniaque ; à la fin de la réaction, on ajoute un peu d'hypophosphite de soude pour détruire le peu de dérivé mercurammonique qui a pu se former.

Ce procédé de dosage donne de très bons résultats dans l'analyse des terres et dans l'analyse des engrais.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isoméries stéréochimiques de l'hexine 3-diol 2-5.* Note de M. **Georges Dupont**, présentée par M. A. Haller.

M. Iotsitch a, par l'action sur le bromure de magnésium-acétylène, des aldéhydes et des cétones, obtenu des γ-glycols acétyléniques symétriques. En particulier ([1]), l'action de l'aldéhyde acétique lui a donné l'*hexine* 3-*diol* 2-5

$$CH^3 - CHOH - C \equiv C - CHOH - CH^3.$$

Mais la présence, dans la molécule de ce corps, de deux carbones asymétriques, fait prévoir l'existence de deux isomères stéréochimiques (l'un d'eux dédoublable en inverses optiques). Il m'a paru intéressant de voir si ces deux corps ne se produiraient pas simultanément dans la réaction en question ; je fus donc conduit à tenter leur séparation.

([1]) *Journ. Soc. phys. chim. r*, t. XXXV, 1903, fasc. 4, p. 430-431.

Le glycol dont je suis parti pour ces expériences est, comme l'indique Iotsitch, un liquide très visqueux. Il bouillait à 126°-128° sous 18^{mm}, et vers 220° à la pression ordinaire avec une légère décomposition.

I. L'action, sur ce glycol, de la quantité calculée de brome dissous dans du chloroforme, a fourni, d'une part, un précipité qui, bien lavé au chloroforme et cristallisé dans l'alcool, donne de beaux cristaux d'un *dibromure* $C^6H^{10}O^2Br^2$ fondant à 214°-215° avec sublimation partielle.

C'est là le bromure signalé par Iotsitch, pratiquement insoluble dans le chloroforme et dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.

Mais, d'autre part, la liqueur chloroformique, distillée dans le vide, abandonne un *deuxième dibromure* de même formule brute que le précédent (ainsi que l'indique l'analyse). Ce corps, cristallisé dans l'eau ou dans l'alcool, donne de fines aiguilles fusibles à 119°-120°, assez solubles dans le chloroforme, beaucoup plus dans l'eau et l'alcool.

II. De ces deux bromures, nettement différents, on pouvait espérer, par l'action de la poudre de zinc en liqueur alcoolique, remonter à deux glycols différents. C'est ce que l'expérience a montré.

La réaction a demandé, pour se produire complètement, 5 à 6 heures de chauffe au bain-marie. La liqueur est ensuite mise en contact prolongé avec du carbonate de potassium pour bien éliminer tout le bromure de zinc, une trace de ce corps pouvant produire une décomposition explosive du glycol pendant sa distillation dans le vide.

Dans ces conditions, le premier bromure nous a donné un *premier glycol* bien cristallisé, bouillant à 122° sous 15^{mm} et fondant à 69°-70° :

$$d_{13}^{liq} = 1,0205, \qquad n_{D_{13}}^{liq} = 1,4698, \qquad R_M = 31,155 \text{ (calc. } 30,877).$$

Traité par le brome, il redonne le bromure fusible à 214°-215°. Par l'anhydride acétique, il donne une *diacétine* en gros cristaux fondant à 36°.

Le mélange primitif, amorcé avec quelques cristaux de ce glycol, a laissé déposer une certaine quantité de ce dernier, preuve de sa préexistence dans le produit de départ.

Le deuxième bromure donne un *deuxième glycol*, liquide, très visqueux, que je n'ai pu obtenir cristallisé. Il bout à 121° sous 15^{mm} :

$$d_{13} = 1,023, \qquad n_D = 1,4733, \qquad R_M = 31,277 \text{ (calc. } 30,877).$$

Traité par le brome, il redonne le bromure fusible à 119°-120°, et par l'anhydride acétique une *diacétine* fondant à 23°-24°.

III. Ces deux corps sont donc nettement différents. Ils ont un même

poids moléculaire, comme le prouvent l'analyse et la cryoscopie. Ce sont bien des glycols, puisqu'ils donnent des diacétines.

Enfin ces deux glycols correspondent bien à la formule symétrique indiquée

$$CH^3 - CHOH - C \equiv C - CHOH - CH^3,$$

car leur *oxydation* par une solution de permanganate à 1 pour 100 scinde la triple liaison et donne de l'*acide lactique* que j'ai pu caractériser à l'état de lactate de zinc $(CH^3 - CHOH - CO^2)^2 Zn, 3H^2O$.

Ces deux corps sont donc bien les deux isomères prévus et le glycol de Iotsitch en était un mélange.

Par l'étude des isoméries optiques, j'espère pouvoir d'ici peu résoudre complètement la question en attribuant à chacun de ces corps sa formule stéréo-chimique, et étendre ces résultats aux glycols saturés correspondants. Je me propose aussi de généraliser le procédé de synthèse des acides-alcools, brièvement indiqué ci-dessus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse de l'indigo tétrabromé*-5.7.5'.7' *et de l'indigo tétrachloré*-5.7.5'.7'. Note de M. **Danaila**, présentée par M. A. Haller.

On a remarqué que les dérivés halogénés, et surtout les dérivés bromés, surpassent comme valeur industrielle l'indigo lui-même, étant plus résistant et colorant avec des nuances bleu violet plus vives. De ce moment-là, les grands producteurs de l'indigo synthétique commencèrent leurs essais de substitution directe.

Jusqu'en 1907, si l'on juge d'après les brévets parus, on n'a obtenu que des dérivés halogénés mono- et bisubstitués. Et c'est seulement à la fin de 1907 que la Société des produits chimiques de Bâle réussit à préparer par substitution directe des dérivés tri-, tétra- et même hexahalogénés.

Ces derniers résultats m'ont fait poursuivre la recherche des synthèses ci-dessus mentionnées dans l'intention d'identifier la constitution des dérivés correspondants industriels.

En partant de l'isatine dibromée et dichlorée et en suivant la voie imaginée par A. v. Baeyer (1) en 1879 pour la synthèse de l'indigo non substitué et

(1) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XII, 1879, p. 456, 1315, 1316.

de l'indigo disubstitué, j'ai préparé l'indigo tétrabromé et tétrachloré. Au moyen de l'acide iodhydrique dissous dans l'acide acétique, j'ai réduit les chlorures correspondants de l'isatine dibromée et dichlorée.

Le mécanisme de cette réduction a été donné par Baeyer ([1]) comme très probable, en admettant : 1° une addition de 2^{at} d'hydrogène au chlorure de l'isatine, substituée ou non, puis 2° une élimination d'acide chlorhydrique.

L'indigo tétrabromé-5.7.5'.7' est obtenu en réduisant à froid la solution benzénique du chlorure de l'isatine dibromée au moyen d'une solution acétique d'acide iodhydrique ([2]).

Nous avons préparé l'isatine dibromée d'après les indications de Baeyer et Oekonomides ([3]), en bromant l'isatine monobromée.

L'indigo tétrabromée, ainsi obtenu, est un peu soluble dans l'acide acétique glacial, plus soluble dans l'acide sulfurique, dans le nitrobenzène et dans le xylol. On obtient de la solution bouillante de nitrobenzène et de xylol de petits cristaux violets.

Le spectre d'absorption de l'indigo tétrabromé, dissous dans le xylol, présente dans le rouge jaune une bande d'absorption estompée vers le bord droit et dont l'axe correspond à $\lambda = 611,5$. Le nitrobenzène, employé comme dissolvant, déplace un peu vers le rouge la bande d'absorption. L'axe ainsi déplacé correspond à $\lambda = 620$.

Les positions des deux atomes de brome de l'isatine dibromée étant déterminées ([4]) dans la position 5.7

Br (5), 4, 3 CO, 2 CO, 6, 7 Br, 1 NH

la constitution de l'indigo tétrabromé ([5]) doit être nécessairement 5.7.5'.7' :

Br, CO, C = C, CO, Br
NH, NH
Br, Br

([1]) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XXXIII, Sonderheft, 1900, p. 51.

([2]) Voyez le *Moniteur scientifique* du mois de janvier 1910.

([3]) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XV, 1882, p. 2098.

([4]) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XV, 1882, p. 2098; GRANDMOUGIN, *Berichte*, t. XLII, n° 16, 1909.

([5]) M. Grandmougin a trouvé pour un produit industriel, obtenu par substitution directe, la même constitution. (Voir *Berichte der. deut. chem. Ges.*, t. XLII, n° 16, 1909, p. 4410.)

L'*indigo tétrachloré* a été obtenu dans les mêmes conditions que le produit tétrabromé, en réduisant le chlorure de l'isatine dichlorée.

L'indigo tétrachloré, en poudre, est plus violet que l'indigo tétrabromé et présente presque les mêmes rapports de solubilité que lui, en cristallisant aussi de la solution bouillante de nitrobenzène et de xylol.

Le spectre d'absorption de l'indigo tétrachloré, dissous dans le xylol, présente une bande d'absorption, dont l'axe correspond à $\lambda = 604,5$. L'axe déplacé, dans la solution de nitrobenzène, correspond au contraire à $\lambda = 615$.

En fondant l'isatine dichlorée, que nous avons employée ([1]), avec de la potasse, on obtient par distillation l'aniline dichlorée 2.4 qui, cristallisée de l'alcool dilué ou de l'éther de pétrole, fond à 63°-64°.

Les positions des deux atomes de chlore de l'isatine dichlorée, que nous avons employée, sont par conséquent dans les positions ortho et para par rapport à l'atome d'azote. D'où la constitution de l'indigo tétrachloré ([2]) obtenu par synthèse doit être nécessairement la suivante :

```
              CO           CO
Cl /4'\ ______         ______ /4\ Cl
  |5'  |    3' \     / 3     |   5|
  |    |     2' C = C 2      |    |
  |6'  |    1' /     \ 1     |   6|
    \7'/ ______        ______ \7/
     Cl       NH         NH     Cl
```

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La cellase et le dédoublement diastasique du cellose.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **M. Holderer**, présentée par M. E. Roux.

L'hydrolyse complète de l'amidon et celle de la cellulose donnent un produit unique : le glucose ordinaire. Aussi a-t-on pensé d'abord que les deux saccharides avaient la même constitution chimique et ne différaient l'un de l'autre que par le degré de condensation moléculaire. Les recherches relativement récentes de Skraup et König ([3]), sur l'hydrolyse partielle de la cellulose, démontrent, au contraire, qu'il y a une différence profonde de

---

([1]) Ce produit fond à 223°-224° et provient de Badische Anilin und Sodafabrik, qui a eu la bonté de me livrer ce matériel.

([2]) Un indigo tétrachloré, probablement le même isomère, a été obtenu par Gnehm en partant du dérivé orthonitré de l'aldéhyde benzoïque dichloré, mais qui n'a pas été complètement caractérisé. (Voir *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XVII, 1884, p. 753.)

([3]) *Ber.*, t. XXXIV, 1901, p. 1115.

constitution entre cette substance et l'amidon : elle fournit, comme avant dernier terme, du cellose et non du maltose.

En vue d'élucider le problème de la digestion diastasique de la cellulose, il était donc intéressant de rechercher s'il existe une diastase particulière, une cellase, différente de la maltase.

Les expériences que nous avons entreprises ont montré d'abord que la maltase est inactive sur le cellose. Comme source de maltase, nous avons pris le sérum aseptique de cheval normal.

100^{mg} de cellose pur, préparé suivant les indications de Maquenne et de Goodwin (1), ont été placés dans un tube à essais bouché avec de l'ouate, et, après stérilisation à + 115° pendant un quart d'heure, ce qui n'hydrolyse pas le cellose, nous y avons ajouté, aseptiquement, 5$^{cm^3}$ du sérum. Le mélange a été laissé 2 jours à l'étuve à + 37°, puis déféqué au sulfate mercurique et analysé (2). D'autre part on a préparé un second tube, semblable en tous points au premier, mais on a déféqué et analysé son contenu aussitôt après le mélange du sérum avec le sucre. On a trouvé ainsi que le pouvoir réducteur n'avait pas augmenté pendant le séjour à l'étuve, par conséquent que le cellose n'avait pas été dédoublé par le sérum. Or, celui-ci renfermait bien de la maltase, puisqu'une expérience-témoin, réalisée sur deux tubes préparés comme ci-dessus avec du maltose au lieu de cellose, accusait un dédoublement de 40 pour 100.

Nous avons alors cherché si la macération aqueuse d'*Aspergillus niger*, préparée d'après la méthode décrite autrefois par Duclaux (3), ne renfermerait pas une diastase capable de dédoubler le cellose. Des expériences préliminaires, analogues aux précédentes, mais effectuées avec du cellose et de la macération d'*Aspergillus*, ont montré qu'il était possible d'obtenir facilement une hydrolyse de 80 à 90 pour 100 du sucre mis en œuvre. Nous avons alors fait agir, toujours aseptiquement, 400$^{cm^3}$ de macération d'*Aspergillus* sur 4^{g} de cellose.

Après 3 jours de contact, à la température de + 37°, nous avons trouvé que le dédoublement était presque total. Nous avons alors distillé la solution dans le vide, repris le résidu par l'alcool bouillant, filtré et distillé à nouveau dans le vide à consistance de sirop. Celui-ci, amorcé avec une trace de glucose pur, n'a pas tardé à se prendre en masse. On a séparé les cristaux à la presse. Il y en avait 3^{g},67. Pour s'assurer que c'était bien du glucose, on les a dissous dans l'eau et, sur le volume amené à 25$^{cm^3}$, on a pris à la fois le pouvoir rotatoire et le pouvoir réducteur. Calculés en glucose, le premier indiquait 3^{g},23 et le second 3^{g},28. En outre, on a chauffé une partie du liquide avec de l'acétate de phénylhydrasine : l'osazone, séparée avec un bon

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, 1904, p. 854.

(2) Les détails complémentaires seront donnés dans le Mémoire qui paraîtra prochainement dans un autre Recueil.

(3) *Chimie biologique*, Paris, 1883.

rendement, avait l'aspect et le point de fusion de la glucosazone. Le cellose avait donc bien été dédoublé et transformé entièrement en glucose.

La macération d'*Aspergillus niger* renferme, comme on sait, toute une série de diastases hydrolysantes des saccharides, parmi lesquelles la maltase, la sucrase, l'émulsine, et la tréhalase ont été complètement ou presque complètement individualisées. Il y avait donc lieu de se demander si la diastase du cellose ne se confondait pas avec l'une d'elles. Les expériences rapportées au début de cette Note ont déjà montré que la maltase n'hydrolyse pas le cellose. Il en est exactement de même pour la sucrase. L'expérience a été tentée avec une préparation extraite de la levure haute : dans les conditions où 65 pour 100 du saccharose ont été hydrolysés, le cellose est resté intact.

En ce qui concerne l'émulsine et la tréhalase, la solution définitive du problème doit être réservée, car il n'y a pas actuellement de sources connues de ces diastases qui puissent être considérées comme suffisamment exclusives. Les préparations retirées des amandes douces ou des noyaux d'abricot, riches en émulsine, dédoublent assez activement le cellose, même après filtration à la bougie de porcelaine. Celles qui sont obtenues en partant de l'orge ou du malt, et dans lesquelles se trouvent notamment de l'émulsine et de la tréhalase, possèdent aussi une action très nette ([1]). Il est seulement très probable, étant données les différences de constitution du cellose, de l'amygdaline et du tréhalose, qu'il faut vraiment trois diastases distinctes pour hydrolyser ces substances.

Seuls, parmi les saccharides étudiés aujourd'hui, le maltose, l'isomaltose et le gentiobiose présentent une grande analogie avec le cellose ; comme ce dernier, ils sont formés par l'union de 2^{mol} de glucose ordinaire et sont doués, en même temps, de pouvoir réducteur. Nous venons de démontrer que la cellase est distincte de la maltase. Attaque-t-elle aussi l'isomaltose et le gentiobiose ou bien y a-t-il, contrairement à une supposition de E. Fischer et G. Zemplén ([2]), plusieurs diastases correspondantes? Ce sont là des questions auxquelles de nouvelles expériences permettront seules de répondre.

([1]) Les principaux de ces résultats ont fait l'objet d'une communication préliminaire au dernier Congrès de Chimie tenu à Londres et ont été rapportés par la *Wochensch. f. Brauerei*, t. XXVI, p. 380-381.

([2]) Qui n'ont pas obtenu d'action sur le cellose avec l'*Aspergillus* (*Ann. der Chemie*, t. CCCLXV, 1909, p. 1).

MINÉRALOGIE. — *Évolution minéralogique des minerais de fer oolithiques primaires de France.* Note de M. L. Cayeux, présentée par M. Michel Lévy.

Les minerais de fer oolithiques actuellement connus dans les terrains primaires de France sont répartis en différents points de la presqu'île armoricaine et de l'Ardenne. La plupart sont d'âge silurien; quelques-uns se rapportent au Dévonien.

Ces minerais réalisent deux types bien distincts. Les plus nombreux sont essentiellement oolithiques et dépourvus de restes organiques, les autres contiennent une proportion très variable de débris organiques et sont par exception des minerais véritablement organogènes. Les uns et les autres ont une histoire qui est la même dans ses grandes lignes, et que je vais retracer brièvement en passant en revue les transformations subies par les oolithes et les organismes.

1. *Évolution minéralogique des oolithes.* — Trois minéraux jouent un rôle capital dans la composition des oolithes, ce sont : le fer carbonaté, le fer silicaté (bavalite, etc.) et le fer hématisé. Chacune de ces trois substances peut former à elle seule un grand nombre d'oolithes, mais dans une foule d'individus elles sont intimement associées.

De ces trois éléments, la sidérose est le plus ancien : elle est rongée, déchiquetée et remplacée peu à peu par le fer silicaté; on peut d'ailleurs noter tous les passages entre l'oolithe en sidérose et l'oolithe en bavalite. Les relations entres ces deux minéraux établissent, sans réserve possible, que le fer silicaté dérive du fer carbonaté.

Entre le fer silicaté et l'hématite rouge, il existe un rapport analogue. La bavalite des oolithes se transforme, en effet, en hématite rouge, ainsi que M. Lacroix [1] l'avait déjà reconnu dans les minerais de La Ferrière-aux-Étangs (Orne). Le même échantillon peut réunir toutes les phases intermédiaires, entre les oolithes vertes exclusivement constituées par la bavalite et les globules oolithiques formés d'hématite rouge. Les témoignages en faveur de cette dérivation abondent dans presque tous les minerais passés en revue.

Quand ces trois composés ferrugineux figurent dans la même oolithe, ils sont distribués de la manière suivante : la sidérose occupe le centre, la bavalite la zone moyenne, et l'hématite rouge la périphérie. La bavalite pénètre dans le fer carbonaté, comme si elle l'avait envahi par corrosion, et elle est à son tour rongée par l'hématite rouge.

---

(1) A. Lacroix, *Minéralogie de la France*, t. III, fasc. 1, 1901, p. 279.

Il en résulte que la constitution des oolithes ferrugineuses est souvent telle qu'un élément renferme des témoins d'une série de compositions qu'il a présentées, au cours de son histoire, et qu'il les montre du centre vers la surface, suivant un ordre qui est celui de leur ancienneté. Chacun des éléments en question résume et condense, sinon toute l'histoire des oolithes, du moins quelques-unes de ses principales phases.

Parmi les matières qui s'ajoutent accessoirement aux trois minéraux précédents, il en est une dont l'importance théorique est très grande : c'est le carbonate de chaux. J'en ai reconnu la présence au sein de très rares oolithes ferrugineuses des minerais siluriens de la presqu'île armoricaine, dans les minerais eiféliens de l'Ardenne franco-belge où il est d'une grande fréquence et dans le minerai silurien de Clinton (États-Unis). Dans ce dernier gîte, les oolithes calcaréo-ferrugineuses sont parfois répandues à profusion. Si l'on fait état des circonstances de gisement de la calcite dans ces minerais et de ses relations avec les éléments ferrugineux des oolithes, on peut conclure, sans sortir le moins du monde des faits d'observation, qu'avant d'être ferrugineuses, une partie des oolithes étaient calcaires.

2. *Évolution minéralogique des organismes.* — Les organismes de différente nature qui entrent dans la composition des minerais siluriens et dévoniens nous fournissent un point de départ indiscutable pour établir l'enchaînement des métamorphoses auxquelles ils ont été soumis. J'ai observé dans ces minerais, et parfois en nombre considérable, des débris de *Bryozoaires*, de *Brachiopodes*, de *Mollusques*, d'*Encrines* et des Algues du groupe des *Girvanella*. Personne ne peut révoquer en doute que ces organismes étaient calcaires à l'origine.

Or ces organismes ont subi une évolution identique à celle des oolithes. Dans un minerai comme celui de l'Hermitage (Côtes-du-Nord), il y a des restes d'Encrines à structure bien conservée, épigénisés par la sidérose, la magnétite, la bavalite, etc., et qui sont intimement associés à des oolithes en sidérose, en magnétite, en bavalite, etc.

Ailleurs, ce sont encore des vestiges d'Encrines ou d'autres organismes, transformés en hématite rouge à côté d'oolithes hématisées.

Il en résulte qu'une composition donnée pour les oolithes implique la même composition pour les organismes qui les accompagnent. Cette observation, dont l'importance ne saurait échapper, peut être répétée chaque fois que le minerai est fossilifère.

D'autre part, il est à remarquer que la succession des transformations minérales est la même que pour les oolithes. La règle est que la sidérose, la bavalite et l'hématite rouge se succèdent dans le temps, avec la possibilité

d'un passage direct du fer carbonaté au fer hématisé, comme dans les corps oolithiques.

Conclusions. — L'évolution minéralogique des organismes, à test primitivement calcaire, parallèle terme à terme à celle des oolithes, crée tout au moins une forte présomption en faveur d'un point de départ identique pour les matériaux en présence. Cette présomption se change en preuve dès que l'on fait entrer en ligne de compte la présence du calcaire à l'intérieur d'oolithes, la diffusion du carbonate de chaux dans les minerais eiféliens et la multitude d'oolithes restées partiellement calcaires dans le minerai silurien de Clinton.

Faut-il étendre cette conclusion aux seuls minerais qui contribuent à l'étayer, et qui sont d'ailleurs nombreux, ou l'appliquer à tous nos minerais oolithiques primaires? Je n'hésite pas, pour ma part, à y voir l'expression d'une règle absolument générale. Si elle paraît souvent en défaut, c'est parce que beaucoup d'échantillons, d'évolution trop avancée, n'ont gardé aucune trace de leur composition minéralogique initiale.

Il convient d'ajouter que les minerais paléozoïques se prêtent, moins que tous les autres, à la démonstration que les minerais de fer oolithique étaient calcaires à l'origine, aussi bien par leurs oolithes que par leurs organismes, et que l'étude des minerais secondaires apportera de nouveaux et solides arguments à l'appui de cette thèse.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la décomposition chimique des roches.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. L. Maquenne.

La désagrégation des masses rocheuses, dont procède la terre arable, comporte un travail mécanique de fragmentation qui devait aboutir à la production des composants minéraux originels et un travail chimique de décomposition, caractérisé par la formation de dérivés tels que les carbonates alcalins et terreux, l'argile, etc. On admet généralement que l'eau chargée d'acide carbonique a été le principal agent de cette dégradation. Mais, si l'on considère l'énorme quantité de chlorures existant dans les eaux marines, il faut supposer qu'une action chimique plus violente se manifesta, dès l'origine, quand les premières vapeurs atmosphériques (chargées surtout d'acide chlorhydrique) s'abattirent à la surface des roches primitives. Plus tard, à cette phase active de décomposition succéda la phase lente, avec le gaz carbonique dissous comme facteur essentiel. Ces diverses phases sont

d'ailleurs nettement caractérisées par la production des minéraux chlorurés et des minéraux carbonatés ([1]).

Partant de ce fait, il nous a paru intéressant de comparer les effets de toutes ces actions. Nos essais ont porté sur 2g de différentes roches finement pulvérisées et immergées dans 200cm³ d'eau pure ou additionnée d'acide chlorhydrique et de chlorure de calcium (à la dose de 5 pour 100). Les poussières de la série A ont été employées directement, à l'état naturel; celles de la série B furent soumises préalablement à l'action d'un courant d'acide carbonique. Toutes les expériences durèrent une semaine.

1° *Action de l'acide carbonique.* — On connaît l'action désagrégeante de l'acide carbonique dissous, depuis les belles expériences de M. Ebelmen et de M. Müller. Par un contact prolongé, ce corps attaque les oxydes alcalins et terreux des silicates complexes, notamment des éléments feldspathiques et micacés. Dans nos essais, la potasse dissoute s'élève à près de 8mg tandis que l'eau pure en accuse au maximum 1mg, 32.

	Potasse dosée (en milligrammes).		
	Eau + CO^2.	Eau pure.	Différences.
Gneiss leptynisé	7,72	0,31	7,41
Leptynite pure	7,90	0,32	7,58
Granite du Morvan	6,24	0,54	5,70
Le même altéré	7,64	1,32	6,32
Porphyre syénitique	6,24	0,62	5,62
Porphyre quartzifère	6,56	0,93	5,63

Nous n'avons dosé que l'alcali, dans les liquides filtrés, parce que les autres éléments dissous ne réagissaient pas de façon apparente aux réactifs les plus sensibles.

2° *Action de l'eau pure.* — On sait que les roches porphyrisées en présence de l'eau donnent habituellement des solutions à réaction alcaline faible, sensible au méthylorange et à la phénolphtaléine. Nous avons étudié comparativement l'action de l'eau distillée bouillie sur les poussières rocheuses brutes (série A) et sur les résidus insolubles

([1]) Nous pensons que les premières mers contenaient en dissolution différents chlorures, avec prédominance du chlorure de calcium. Les carbonates alcalins formés dans la seconde phase de décomposition (sous l'action du gaz carbonique) furent entraînés dans les eaux marines et précipitèrent les chlorures terreux à l'état de carbonates insolubles. Telle serait, à notre avis, l'origine des masses calcaires des terrains jurassiques et crétacés.

de l'opération précédente (série B). Voici les résultats obtenus :

	Potasse dosée (en milligrammes).		
	Série B.	Série A.	Différences.
Gneiss leptynisé	0,87	0,31	0,56
Leptynite pure	0,76	0,32	0,44
Granite du Morvan	1,19	0,54	0,65
Le même altéré	2,64	1,32	1,32
Porphyre syénitique	1,08	0,62	0,46
Porphyre quartzifère	1,33	0,93	0,40

En comparant les dosages de la série A et de la série B, on voit que ces derniers sont sensiblement plus élevés. Nous en attribuons la cause à un commencement de kaolinisation produit par l'influence de l'acide carbonique sur les minéraux silicatés ; les matières colloïdales formées en petite quantité ont absorbé une portion du carbonate alcalin que des lavages prolongés à l'eau redissolvent progressivement.

3° *Action de l'acide chlorhydrique.* — Les minéraux silicatés, malgré leur résistance aux réactifs étendus, sont attaqués faiblement, à froid, par une solution chlorhydrique à 5 pour 100. Ils abandonnent des quantités très inégales d'alumine, de fer, de magnésie, de chaux et d'alcalis. Les résultats obtenus après 8 jours sont consignés dans le Tableau suivant, à l'exception de la potasse et de la soude qui n'ont pas été dosées.

		Éléments dissous par HCl à froid.			
		Alumine.	Fer.	Magnésie.	Chaux.
		mg	mg	mg	mg
Gneiss leptynisé.	A.	1,30	3,31	0,72	2,24
	B.	2,07	4,73	3,16	6,60
Leptinite pure.	A.	0,00	1,57	0,72	2,69
	B.	0,03	2,50	2,22	3,13
Granite du Morvan.	A.	0,00	5,50	0,72	2,46
	B.	1,30	7,20	5,04	4,59
Le même altéré.	A.	7,70	19,00	2,30	4,48
	B.	9,00	22,10	4,96	4,25
Porphyre syénitique.	A.	2,58	4,42	0,86	4,05
	B.	2,63	9,57	5,10	5,15
Porphyre quartzifère.	A.	1,50	5,50	1,15	1,56
	B.	1,30	6,30	5,04	4,59

On remarquera que toutes les roches de la série A, préalablement immergées dans l'eau pure pendant une semaine, abandonnent généralement moins de matériaux que celles de la série B provenant d'un traitement à l'eau chargée d'acide carbonique, et qui sont déjà en partie altérées. Il semblent donc que les bases terreuses offrent une moindre résistance aux agents dissolvants. Ce sont les éléments calciques et ferro-

magnésiens qui cèdent le plus facilement à l'action de l'acide chlorhydrique étendu ; sauf de rares exceptions, l'alumine se montre plus résistante.

4° *Action du chlorure de calcium.* — Au contact des poussières rocheuses, les minéraux chlorurés dissous ont provoqué, vraisemblablement, des phénomènes de substitution donnant surtout lieu à des échanges de bases. En faisant réagir, par exemple, le chlorure de calcium (à 5 pour 100) sur du kaolin et des feldspaths porphyrisés, riches en potasse, nous avons observé une mobilisation assez rapide de l'alcali, conformément à ce qui se passe dans le sol. On a obtenu, après un contact de 8 jours :

	Potasse mobilisée.
	mg
Kaolin	6,83
Orthoclase	15,78
Microcline	16,12
Labrador	9,26

Les actions mobilisantes sont d'autant plus sensibles, toutes choses égales d'ailleurs, que la porphyrisation est plus avancée. Il semble que les solutions salines, par un contact prolongé, provoquent aussi des phénomènes d'épigénisation avec certaines espèces minérales, notamment avec les micas.

Ces diverses expériences montrent que les roches pures, réduites en poussière, sont attaquables par les solutions acides ou salines. Dans tous les cas, l'attaque s'effectue très lentement et dans une limite assez faible ; elle est fonction de leur degré de finesse et de leur état d'altération préalable. Dès lors, on s'explique pourquoi, malgré les effets d'une culture très ancienne, les particules sableuses du sol ont conservé leur nature minéralogique propre, et cela à tel point que la terre végétale, examinée au microscope, nous apparaît comme une poussière rocheuse agglutinée simplement par une quantité relativement faible de colloïdes minéraux et humiques.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'*Adenium Hongkel, *poison d'épreuve du Soudan français.* Note de MM. **Em. Perrot** et **M. Leprince**, présentée par M. Guignard.

Au cours de son premier voyage scientifique à travers l'Afrique occidentale, M. Aug. Chevalier signalait à l'un de nous l'existence, dans le Haut-Sénégal, d'un arbuste appelé par les indigènes *Kidi-Saramé* et qu'il identifiait avec l'*Adenium Hongkel* D. C. (Apocynacée). Les inflorescences et le pédoncule floral étaient employés dans la thérapeutique indigène, mais

servaient surtout de poison d'épreuve, en raison de la grande toxicité des principes qu'ils renfermaient.

Quelques années plus tard, M. G. Audan, commis des affaires indigènes, en nous confirmant et précisant ces indications, nous fait un envoi suffisant d'inflorescences de Kidi-Saramé dont nous avons aussitôt entrepris l'étude.

L'échantillon reçu comprenait exclusivement les inflorescences d'*Adenium Hongkel* avec fleurs rouge violacé et pédoncules floraux.

De Candolle (¹) donne seul une description du genre *Adenium* et de l'*Adenium Hongkel* en particulier. Il le désigne comme un arbuste à feuilles sessiles, ovales-oblongues, atténuées à la base et dentées à la pointe, glabres, à bractées lancéolées ou linéaires plus longues que le pétiole. Les pédoncules sont couverts de poils, le calice pubescent sur sa face externe, les lobes de la corolle ovales aigus; il y a de deux à quatre fleurs à l'extrémité des rameaux. La plante fleurit en mars, fructifie en mai et se couvre de feuilles en septembre. Aug. Chevalier a donné de la plante une figure excellente en 1902 (²). M. Pobéguin (³) dit qu'elle existe jusqu'au Fouta-Djalon, et qu'elle est appelée *Bouron* ou *Kourané* par les indigènes.

Ayant vérifié expérimentalement le pouvoir toxique très considérable de l'extrait hydro-alcoolique d'inflorescences d'*Adenium Hongkel*, nous avons entrepris une série d'études en vue d'isoler le principe actif; la recherche des alcaloïdes fut complètement négative.

Prévoyant alors l'existence d'un glucoside qui serait doué des propriétés toxiques attribuées à la plante, nous avons épuisé l'extrait hydro-alcoolique par le chloroforme; après évaporation le résidu est repris à l'alcool à 95°, puis précipité par l'eau distillée. Le précipité formé est dissous de nouveau dans le chloroforme et, après un certain nombre de purifications successives, nous avons obtenu un corps pulvérulent jaune clair amorphe, fondant à 84°-85°, complètement insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool concentré, le chloroforme, soluble dans l'éther, l'éther acétique, l'acide acétique, insoluble dans le benzène. Au contact de l'acide sulfurique il donne une coloration rouge violet intense. Il nous a été impossible d'obtenir ce corps à l'état cristallisé. Il ne renferme pas d'azote.

Ayant cherché à l'hydrolyser, nous n'avons pu obtenir, par dédoublement, ni sucre réducteur, ni ultérieurement d'hydrazone bien caractérisée; force nous a donc été d'abandonner l'idée d'un glucoside et nous avons dû supposer que ce corps, non basique puisqu'il ne contient pas d'azote, non acide

---

(¹) De Candolle, *Prod.*, t. VIII, p. 412.

(²) *Annales de l'Institut colonial de Marseille*, 1902, *Pl. VI*.

(³) H. Pobéguin, *Essai sur la flore de la Guinée française*, Paris, 1906.

puisqu'il ne se dissout pas dans les alcalis, devait être rangé dans une autre série organique, et nous nous réservons de pousser plus loin nos investigations.

La combustion nous a donné la composition centésimale suivante :

C : 59,25,
H : 7,7,
O (par différence) : 33,05.

La cryoscopie de la solution acétique a donné un poids moléculaire de 416 environ, ce qui nous conduirait très sensiblement à la formule

$$C^{20}H^{31}O^{8},$$

à laquelle nous n'attachons d'importance que par suite de la concordance des chiffres dans les deux opérations plusieurs fois répétées.

Ce corps nous a paru être le véritable principe actif de l'*Adenium Hongkel;* il faut, en effet, le manier avec grandes précautions, car il possède une action sternutatoire très prononcée et, de plus, sa toxicité est très grande.

Les recherches pharmacologiques en cours ont permis de reconnaître que ce corps devait être rangé à côté des poisons cardiaques violents, comme la strophanthine, l'abyssine, etc.

PHYSIOLOGIE. — *Effets physiologiques généraux de l'urohypotensine.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier**, présentée par M. Bouchard.

Dans des Communications précédentes nous avons surtout décrit l'action de l'urohypotensine sur la pression artérielle. La présente Note a pour but d'exposer les effets généraux de cette substance sur le lapin et sur le chien.

Lapin. — L'injection intra-veineuse, à la dose de 12cg à 15cg (en ne tenant pas compte des matières minérales contenues dans l'urohypotensine malgré une dialyse prolongée et qui n'ont par elles-mêmes aucun effet, comme nous nous en sommes assurés), est fatalement mortelle. La mort est précédée de convulsions toniques avec exorbitisme, myosis punctiforme, arrêt de la respiration et du cœur.

Ces troubles mortels ne sont pas dus à des coagulations intra-vasculaires, car ils se produisent malgré l'injection d'hirudine qui rend le sang incoagulable.

Pour des doses inférieures, on observe à la suite de l'injection un myosis intense et prolongé, une vaso-dilatation très manifeste des vaisseaux de l'oreille et une torpeur

profonde. L'animal demeure immobile, comme plongé dans une invincible somnolence. Sa respiration est considérablement ralentie; il salive assez abondamment. Il laisse tomber sa tête sur la table et conserve, sans résistance, l'attitude qu'on lui donne.

Durant cette narcose, il présente des mictions et des défécations répétées. Les matières, d'abord dures, ne tardent pas à devenir presque liquides.

Cet état peut durer jusqu'à 1 heure et plus. La température de l'animal s'abaisse de 2° à 3°. Pour des doses inférieures, ces symptômes s'atténuent peu à peu et l'animal paraît au bout de quelques heures revenir à son état normal. Il faut dire que tous les animaux ne se rétablissent pas et qu'un assez grand nombre meurt au bout d'un temps plus ou moins long, après avoir présenté des signes de dénutrition très marqués.

A l'autopsie des animaux, on constate, comme lésions principales, de la congestion pulmonaire et encéphalique, associées assez souvent l'une et l'autre à de l'œdème, et une forte hyperémie des glandes surrénales.

Chien. — Pour les chiens, la dose mortelle paraît être de 6^{cg} à 8^{cg} par kilogramme. Mais la mort n'est pas immédiate, elle survient seulement de 3 à 6 heures après l'injection.

Les troubles présentés par l'animal offrent la plus grande analogie avec ceux que M. Ch. Richet a signalés dans l'intoxication par l'actino et la mytilo-congestine.

De suite après l'injection le chien reste immobile, les pattes postérieures raides et écartées, la tête pendante comme plongé dans un abrutissement complet, absolument insensible aux appels et aux excitations extérieures. La respiration est très ralentie. Bientôt, comme accablé de fatigue, il se laisse choir et reste étendu, les membres raidis, agités de secousses fibrillaires, avec une contracture très marquée des parois abdominales.

Il se relève péniblement, en proie à un violent ténesme vésical et rectal. Il urine et défèque à plusieurs reprises. Les matières, d'abord dures, deviennent bientôt molles, enrobées de mucus sanguinolent. Les efforts de défécation sont incessants et ne tardent pas à être suivis de selles diarrhéiques mélangées de sang. Finalement, c'est du sang pur qui coule du rectum.

Durant l'intervalle de ces crises de ténesme, le chien demeure prostré, ne se relevant que pour de nouvelles tentatives de défécation. Parfois, on observe des vomissements teintés de sang. La température s'abaisse et la mort survient avec les signes de l'abattement le plus complet.

Avec des doses plus faibles, les animaux survivent; les signes d'intoxication qu'ils présentent sont les mêmes. Ils restent très abattus les jours suivants.

A l'autopsie, on trouve de la congestion pulmonaire, des suffusions sanguines au niveau du péricarde et du mésentère. Mais la lésion la plus caractéristique consiste en une hyperémie intense de la muqueuse intestinale. On trouve l'intestin rempli d'un mucus fortement mélangé de sang. Ces mêmes signes s'observent dans l'estomac. Enfin, les méninges et l'encéphale lui-même sont extrêmement congestionnés et le cerveau présente un certain degré d'œdème. Ces dernières lésions peuvent expliquer les troubles nerveux (narcose, insensibilité) présentés par l'animal.

Les solutions d'urohypotensine soumises à une température de 110° à 120° pendant quelques minutes perdent leur toxicité.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Rayons X et souris cancéreuses.* Note de M. A. **Contamin**, présentée par M. Bouchard.

Nous avons étudié l'action des rayons X : 1° sur les souris porteuses de tumeurs; 2° sur les cellules cancéreuses isolées de la souris.

Les expériences ont été faites avec la tumeur B, inoculée par émulsion (très prolifique, succès de 80 à 100 pour 100).

I. Nous avons irradié [1] :

1° Des souris inoculées depuis 15 à 20 jours, porteuses de petites tumeurs;

2° Des souris inoculées depuis 30 jours environ, porteuses de tumeurs très volumineuses, égales en poids à la souris elle-même;

3° Des souris inoculées depuis 2 ou 3 mois, porteuses de tumeurs de petit volume (grosse noisette) et qui restaient dans un état stationnaire.

Les premières ont, sous l'effet des rayons X, résorbé leur tumeur plus ou moins rapidement et ne sont pas mortes.

Les secondes ont (parfois après une seule séance de 1 heure, sans filtre) résorbé leur tumeur. Cette résorption était activée, si l'on répétait les séances tous les jours ou tous les 2 jours.

Exemple : Souris d'un poids de 30^{g}. Après deux irradiations de 1 heure sans filtre, ne pèse plus que 22^{g}, 4 jours après la première irradiation.

Ces souris meurent toujours au cinquième ou sixième jour.

Les mêmes doses d'irradiation n'ont eu, sur les troisièmes, aucun effet appréciable, ni sur la tumeur, ni sur l'état général de ces souris.

En résumé : 1° l'action des rayons X est d'autant plus efficace que le tissu de la tumeur est plus jeune et plus prolifique;

2° La résorption d'une tumeur un peu volumineuse entraîne la mort de l'animal, probablement par intoxication.

II. Nous avons aussi exposé aux rayons X des tumeurs découpées après ablation, broyées, puis étalées sur un carton. Nos expériences ont été faites sur 450 souris. Voici un exemple.

Expérience : Tumeur irradiée pendant 30 minutes.

Chaque lot de 15 souris (d'un poids d'environ 230^{g}) a reçu approximativement 5^{g}

---

[1] Les souris étaient placées à 12^{cm} de l'anticathode. Ampoule Chabaud à eau, longueur d'étincelle entre 9^{cm} et 12^{cm}. Intensité de 0,8 milliampère; filtre d'aluminium de $\frac{2}{10}$ de millimètre.

de tumeur, soit irradiée, soit intacte, inoculée à l'aide d'une seringue de 2^{cm^3} à large orifice :

	1er lot.	2e lot.	3e lot.
Distance de l'anticathode....	10^{cm}	10^{cm}	Témoins :
Étincelle équivalente........	6^{cm}	17^{cm}	Pas d'irradiation
Milliampère................	1,3	0,4	
La tumeur absorbe du rayonnement incident (¹).......	50 pour 100	10 pour 100 Filtre d'aluminium de $\frac{2}{10}$ de millimètre	
Poids du lot un mois après l'irradiation.............	240^g	290^g	380^g
Succès de l'inoculation......	0	10 sur 15	14 sur 15

Il y a eu, au début, c'est-à-dire 6 ou 7 jours après l'inoculation, chez les souris du premier lot, formation d'un plastron, faisant supposer que la tumeur allait se développer ; mais ce plastron s'est résorbé, plus ou moins rapidement suivant les souris.

En résumé : 1° les rayons X agissent directement sur les cellules cancéreuses elles-mêmes ;

2° Cette action influence davantage l'énergie de croissance de ces cellules que leur aptitude à l'inoculation [pourcentage peu diminué, mais tumeurs peu prolifiques (voir 2e lot)] ;

3° Les rayons X agissent d'autant plus qu'ils sont plus absorbés.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Stérilisation complète et définitive des testicules du Rat, sans aucune lésion de la peau, par une application unique de rayons X filtrés.* Note de MM. **Cl. Regaud** et **Th. Nogier**, présentée par M. E. Roux.

But du travail. — On sait que les effets des rayons de Röntgen sur le testicule consistent principalement dans la lésion élective des spermatogonies, cellules-souches de toutes les cellules séminales (Regaud et Blanc, 1906). Par une irradiation modérée, la multiplication des spermatogonies est arrêtée seulement pour un certain temps, tandis qu'une irradiation suffisamment intense les tue : dans ce dernier cas, la stérilisation de l'épithé-

---

(¹) La quantité de rayons X absorbée a été déterminée par la méthode de l'électromètre (Jaubert de Beaujeu).

lium séminal est définitive. La stérilisation, qu'elle soit temporaire ou définitive, est partielle ou totale : partielle, quand elle est limitée à une zone plus ou moins épaisse de parenchyme testiculaire, la plus rapprochée du foyer; totale, quand elle est étendue à toute l'épaisseur de l'organe.

Chez le Rat adulte, dont les testicules ont une épaisseur de $1^{cm},5$ à 2^{cm} y compris les téguments des bourses, on produit aisément la stérilisation temporaire totale et la stérilisation définitive partielle, par une seule application de rayons X non filtrés, sans autre lésion cutanée qu'une alopécie ou tout au plus des ulcérations bénignes. Bergonié et Tribondeau (1905) ont obtenu la stérilisation définitive et totale par la méthode discontinue (irradiations courtes, espacées et nombreuses) sans filtration; mais ils n'indiquent pas l'effet produit sur la peau. Ils ont aussi déterminé chez un Rat, par une irradiation unique, la stérilisation totale; mais la survie trop courte (un mois) ne permet pas de juger du caractère définitif de la stérilisation (1).

En Radiothérapie expérimentale ou humaine, un des buts à atteindre les plus importants consiste à augmenter la profondeur de l'effet définitif produit; et il est clair que ce résultat dépend en premier lieu de la possibilité de faire pénétrer une quantité suffisante de rayons à travers la peau, sans léser celle-ci.

Or, nous avons fait connaître, il y a quelques mois, que les rayons X *durs*, privés des rayons *mous* (les moins pénétrants) par la filtration du faisceau à travers une plaque d'aluminium, exercent sur les spermatogonies du Rat une action aussi énergique et plus élective que le faisceau total utilisé dans les recherches antérieures. Nous avions obtenu, par une seule séance d'irradiation avec des rayons convenablement filtrés, la stérilisation homogène de toute l'épaisseur du testicule, sans produire dans la peau même une chute des poils. Il restait à démontrer que la stérilisation ainsi réalisée est définitive.

Méthode, résultats. — Nous savions, par les recherches antérieures de l'un de nous, que, lorsque des spermatogonies ont survécu à l'irradiation, leur pullulation est toujours constatable, au quarantième jour, chez le Rat, par un examen attentif de la couche génératrice de l'épithélium séminal.

Si donc, dans un testicule extirpé 40 jours au moins après l'irradiation

---

(1) *Action des rayons X sur la glande génitale mâle* (*Arch. d'électricité médicale*, 1906, p. 27 du tirage à part).

unique, aucune spermatogonie n'est visible, on doit en conclure que la stérilisation a été totale et définitive. Voici la statistique de nos expériences et leur résultat :

Rats adultes dont les testicules ont été traités par les rayons X filtrés sur une plaque d'aluminium de 2^{mm} à 5^{mm} d'épaisseur.	19
Observations interrompues avant le quarantième jour........	3

(Sur ces trois observations, deux ont été interrompues au trente-septième jour ; on n'a trouvé aucune spermatogonie survivante, ce qui permet de considérer comme très probable le caractère définitif de la stérilisation.)

Observations poursuivies au delà du quarantième jour........	16
Sur 16 cas, stérilisation définitive partielle..................	11
Sur 16 cas, stérilisation définitive totale....................	5

Sur cinq cas de stérilisation définitive totale, nous devons déduire :

Pour mort spontanée, dont la cause indéterminée a peut-être favorisé la stérilisation..................................	3
Pour lésion artérielle, de cause inconnue, mais ayant favorisé la stérilisation..	1
Il ne reste, comme cas indiscutable, que....................	1

Dans ce dernier cas, les testicules ont été extirpés l'un 3 mois et 7 jours, l'autre 5 mois et 13 jours après la séance unique d'irradiation. Dans aucune de nos observations il n'y a eu la moindre modification de la peau.

D'après l'ensemble de nos observations, dont nous ne pouvons donner ici le détail, nous sommes en droit de considérer comme suffisantes pour déterminer la stérilisation complète et définitive d'un Rat adulte, en une seule séance et sans lésion cutanée, les conditions suivantes : *intensité* de la dose mesurée par la teinte 4 du chromoradiomètre de Bordier à l'entrée des rayons dans la peau; *qualité* de pénétration des rayons donnée par leur filtration à travers une plaque d'aluminium de 2^{mm} d'épaisseur. Peut-être même suffirait-il de se tenir un peu en dessous de ces limites (teinte 3 forte de Bordier, 1^{mm} ou $1^{mm},5$ d'aluminium), mais nous n'en sommes pas certains. La méthode d'irradiation discontinue donnerait plus facilement le même résultat.

Conclusions. — 1° Il est actuellement possible de stériliser totalement et définitivement les testicules du Rat par une seule application de rayons X convenablement filtrés, et cela sans produire la moindre modification cutanée.

2° Ce résultat correspond à la radiothérapie efficace, dans une épaisseur

de $1^{cm},5$ à 2^{cm}, de tout tissu, d'un néoplasme malin par exemple, dont les cellules seraient aussi vulnérables par les rayons X que le sont les spermatogonies du Rat.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur la valeur des stries musculaires au point de vue spectrographique.* Note de M. **Fred Vlès**, présentée par M. Yves Delage.

On sait que les histologistes ont caractérisé sous le nom de *disque clair* et *disque sombre* les deux éléments les plus inportants de la striation musculaire d'après l'aspect qu'ils présentent à l'examen miscroscopique direct. Quelles sont les propriétés objectives servant de substratum à ces qualificatifs de *sombre* et de *clair?* Nos connaissances à ce point de vue sont assez peu précises; il est probable qu'il s'agit d'un complexe de phénomènes de réfraction, de dispersion et d'absorption.

Nous avons tenté de mettre en évidence les différences d'absorption entre les disques clairs et les disques sombres de muscles d'écrevisse (muscles abdominaux, muscles de la pince). Pour effectuer une telle localisation de l'absorption dans la fibre, le procédé direct, qui consisterait à projeter l'image d'un disque sur la fente du collimateur d'un microspectroscope, ne donne que des résultats tout à fait insuffisants, par suite du peu d'étendue de l'objet et de sa très faible absorption sous les petites épaisseurs. Nous avons employé un procédé indirect, qui consiste à utiliser les propriétés spéciales de biréfringence que possèdent les disques sombres; la méthode a pour base une comparaison entre les spectrogrammes photographiques d'une même fibre musculaire, en lumière naturelle et en lumière polarisée, nicols croisés. Si en effet nous spectrographions entre nicols croisés une fibre d'épaisseur assez mince pour que les divers disques ne chevauchent pas les uns sur les autres (c'est-à-dire entre $0^{mm},05$ et $0^{mm},1$), les stries Q biréfringentes fourniront la presque totalité de la lumière issue du nicol analyseur. L'intensité lumineuse des rayons dépolarisés sur le disque Z est tout à fait minime; I et le reste du sarcoplasme sont à peu près éteints, et, surtout si l'on emploie de la lumière parallèle, ne peuvent être traversés qu'accidentellement par les rayons échappés des disques Q; de sorte que vis-à-vis de la plaque photographique ces rayons douteux sont certainement négligeables à côté de l'intense éclairement fourni par les disques Q.

Une série de spectrogrammes accessoires doivent être pris en même temps, permettant d'éliminer les bandes interférentielles ayant pu apparaître dans le spectre du fait de la polarisation chromatique de la préparation, ainsi que les bandes d'absorption appartenant aux nicols eux-mêmes. Le premier de ces spectrogrammes accessoires s'obtient facilement en superposant à la préparation un mica quart d'onde, qui aurait pour effet de décaler dans le spectre les bandes interférentielles; le second, en enlevant la préparation et en conservant simplement le quart d'onde entre les nicols croisés. Bien entendu, ces quatre spectrogrammes d'une même série sont faits dans des conditions comparables (même temps de pose, de développement, même marque de plaques, etc.). La source employée a été l'arc électrique, avec électrodes de charbon additionnées de cadmium ou de fer, dont les raies brillantes facilitaient les comparaisons. La région du spectre étudiée a été depuis Na_D, jusque vers $330^{\mu\mu}$ environ. Des études préalables sur le spectre des mêmes muscles sous diverses épaisseurs nous avaient permis de nous rendre compte des bandes importantes qu'il était nécessaire de repérer dans ces expériences, comme aussi de l'absence de dichroïsme dans notre matériel musculaire.

Résultats. — Comme il était facile de le prévoir, l'absorption n'est pas uniforme dans la fibre. Certaines bandes d'absorption paraissent spéciales aux disques Q biréfringents; d'autres sont générales à toute la fibre, sans localisation spéciale.

En partant de D, nous trouvons une première bande très importante jaune vert (590-550 environ) à maximum au voisinage de $575^{\mu\mu}$; cette bande est spéciale aux disques Q. Une seconde bande violette (470-460 environ), également importante, est au contraire générale. Dans l'ultra-violet, les choses deviennent plus délicates, et les expériences moins affirmatives; il est très probable cependant qu'il appartient aux disques Q seuls trois bandes situées approximativement vers $440^{\mu\mu}$, $370^{\mu\mu}$ et $355^{\mu\mu}$.

Des recherches encore en cours sur divers muscles de grenouille nous ont donné un résultat analogue pour la partie visible du spectre.

Les deux premières bandes dont nous avons parlé se retrouvent dans des spectres de la myohématine de Mac Munn, qui serait ainsi dissociée topographiquement. Il est d'autre part particulièrement intéressant de noter que nous ne trouvons aucune bande localisée aux disques I (c'est-à-dire se présentant dans les spectrogrammes en lumière naturelle et disparaissant dans ceux en lumière polarisée). La substance qui absorbe la lumière au niveau de I se trouve également au niveau de Q; elle se comporte comme un substratum général de la fibre, sur lequel, de place en place, se sont construites les molécules spéciales auxquelles sont liées l'absorption de la bande $575^{\mu\mu}$ et la propriété de biréfringence. La chose n'est pas sans importance au point de vue de la théorie de la fibre musculaire.

MÉDECINE. — *Deux cas de fièvre de Malte vraisemblablement contractés à Paris.* Note de MM. **Jules Auclair** et **Paul Braun**, présentée par M. Bouchard.

La fièvre de Malte a été peu observée en France. Si l'on en excepte les cas signalés par Würtz à l'Académie et l'épidémie récente du Gard, la plupart des faits publiés se rapportent à des sujets qui avaient pris leur affection à l'étranger.

Voilà pourquoi, en dehors de leurs conditions étiologiques mêmes, les deux observations de fièvre méditerranéenne autochthone, qui font l'objet de cette Note, présentent un intérêt particulier.

Notre premier malade, âgé de 19 ans, exerce le métier de garçon boucher aux abattoirs de la Villette, dans un pavillon de moutons. Sa tâche essentielle consiste à dépouiller ces animaux. Sa profession ne l'a jamais mis en contact avec des chèvres. Habitant Aubervilliers, il n'en a jamais quitté les environs.

Entré dans notre service le 3 mai 1909, avec une température de 39°, le malade fut atteint d'une fièvre de Malte typique qui dura plusieurs mois. La fièvre fut le symptôme dominant; la courbe de la température était celle d'une fièvre typhoïde, à rechutes successives, et légitimait tout à fait le nom de *fièvre ondulante* donné à cette maladie.

Parmi les autres symptômes importants, on nota des sueurs profuses, des arthralgies, la pâleur des téguments, une légère augmentation du foie et de la rate, de la diarrhée et un dicrotisme très marqué du pouls. Il n'y eut pas de manifestations testiculaires.

L'évolution de la maladie dura 4 mois et demi et se termina par la guérison.

En l'absence de cas semblables observés antérieurement par nous, le diagnostic resta longtemps hésitant. Nous pensâmes successivement à la fièvre typhoïde, aux infections para-éberthiennes, au rhumatisme articulaire aigu, au paludisme, à l'endocardite infectieuse, à la tuberculose aiguë. La nature de la maladie fut établie grâce aux recherches du laboratoire. La culture en bouillon du sang de notre malade nous permit d'isoler, à deux reprises, le *micrococcus melitensis*, à l'état de pureté. Son sérum agglutinait à un taux élevé divers échantillons du microbe de la fièvre de Malte et déviait le complément, tandis que des sérums de contrôle restaient négatifs.

Le second malade, âgé de 18 ans, exerce également aux abattoirs de la Villette le même métier que le précédent, mais dans un autre pavillon. Il habite Paris et ne l'a jamais quitté.

Son entrée à l'hôpital eut lieu le 21 mai et les symptômes de son affection furent moins caractéristiques, plus atténués, plus écourtés que ceux du premier sujet. Ici, l'ensemencement du sang, fait tardivement, resta stérile, mais le séro-diagnostic fut

positif, à un taux élevé, avec le *micrococcus melitensis* fourni par l'Institut Pasteur, et le *micrococcus melitensis* retiré du sang du premier malade. Le phénomène de la déviation du complément fut aussi réalisé.

Ces deux observations soulèvent un certain nombre de points, de solutions plus ou moins faciles.

Nos malades n'ayant jamais quitté Paris n'ont pu contracter ailleurs leur maladie.

Du fait de leur profession ou en dehors d'elle, ils n'ont jamais été en contact avec des chèvres, source la plus habituelle de contagion de la fièvre de Malte; cette cause d'infection peut donc être ici écartée.

Leur métier, au contraire, les mettait en rapport constant avec des moutons; ils ont pu, de ce fait, se contaminer, que ces moutons aient été atteints de fièvre de Malte ou qu'ils aient recélé son microbe dans leur toison.

D'après notre enquête, il résulte que les moutons manipulés par nos malades étaient d'origine française; mais il a pu s'en glisser parmi eux qui venaient de Malte, du Monténégro, ou de l'Algérie, pays où la fièvre ondulante existe à l'état endémique.

D'ailleurs, même dans l'hypothèse de moutons de provenance exclusivement française, ces derniers ont pu se contaminer ou souiller leur toison, au cours de leur transport dans des wagons infectés.

En supposant établie l'origine ovine de ces deux cas de fièvre de Malte, on peut invoquer comme porte d'entrée du microbe : une plaie accidentelle des mains en contact permanent avec le sang des animaux, au cours de leur dépouillement; l'inhalation de poussières microbifères venant de leur toison et, enfin, l'ingestion de germes mêlés aux aliments, les bouchers ayant souvent la mauvaise habitude de se servir du même couteau pour dépouiller les animaux et couper leur nourriture.

MÉDECINE. — *Tumeurs vasculaires et anévrysmes des os.* Note de M. **Ledentu**, présentée par M. O. Lannelongue.

La question des anévrysmes des os semblait à peu près définitivement résolue. Les chirurgiens étaient presque généralement d'accord pour les considérer comme un stade particulier de l'évolution des ostéosarcomes, et spécialement de la variété relativement bénigne connue sous la dénomination de *tumeurs myéloïdes* ou *à myéloplaxes*. Une Communication récente à

la Société de Chirurgie, favorable à la théorie d'après laquelle ces tumeurs, uniquement hématiques en apparence, seraient de véritables angiomes, a rouvert la discussion.

Je n'ai pas observé d'hématomes purs, ne présentant aucune trace de tissu néoplasique, mais bien sept sarcomes, dont cinq osseux, pulsatiles ou non, et deux des parties molles, creusés de cavités hématiques proprement dites. Dans l'un de ces cas, l'examen histologique a montré nettement des sinus bien formés, limités par une simple membrane endothéliale, sillonnant le tissu morbide. Dans un autre, l'extrémité supérieure du tibia était creusée en une cavité dont la paroi était constituée par les éléments sarcomateux en couche médiocrement épaisse. Les hématomes centraux de certains sarcomes s'observent donc, quoique plus exceptionnellement, dans les parties molles comme dans le tissu osseux.

Si l'on dépouille avec soin les cas anciens ou très récents d'anévrysmes des os publiés jusqu'à ce jour, on arrive à les classer en trois catégories distinctes :

Premier groupe. — L'examen *à l'œil nu* et *la marche des événements* ont permis de penser qu'on avait affaire à de simples tumeurs hématiques indépendantes de tout néoplasme (Pearson, Scarpa, Carnochan, Lallemand, Roux, Demongeot, Lagoux, Mac Dowel, Mapother).

Deuxième groupe. — *L'examen histologique* n'a révélé aucune trace de tissu morbide [Parisot, A. Richet, Péan (2 cas), Jonnesco, Th. Anger, Wythe, Morestin]. Dans ce dernier cas, dont l'importance ne peut être méconnue, le microscope n'a découvert que des houppes vasculaires logées dans des alvéoles osseux et des alvéoles remplis de sang.

Troisième groupe. — Tissu néoplasique supposable ou constaté en très petite quantité, en même temps que la télangiectasie ou des hématomes (Scarpa, cas douteux déjà cité, Dupuytren, Œhler, Harvey-R. Gaylord, Auvray).

Dans ce dernier cas il s'agissait en réalité d'une tumeur maligne secondaire des os, caractérisée par des éléments si insignifiants en apparence qu'un histologiste de marque n'avait pas osé se prononcer.

Cette troisième catégorie de faits est de la plus haute importance au point de vue de l'interprétation des tumeurs hématiques où l'on ne découvre plus aucun élément caractéristique.

Ils permettent de penser que ces dernières représentent réellement le stade ultime d'une évolution qui commence par le développement anormal des vaisseaux, pour aboutir à la destruction totale des éléments malins, par refoulement, érosion, désagrégation, fonte moléculaire.

En admettant qu'il soit encore nécessaire de faire une réserve pour le

cas de Morestin et pour ceux qui s'en rapprochent le plus ou qui s'en rapprocheraient encore davantage dans l'avenir, cette conception doit être exacte pour presque la totalité des cas. Les arguments suivants lui prêtent un solide appui :

1° D'abord la *structure de ces hématomes osseux ne rappelle en rien celle des anévrysmes proprement dits ou des angiomes.*

2° L'arrêt ou la disparition des tumeurs après la ligature de l'artère principale du membre ne prouve pas qu'on n'ait pas eu affaire à des néoplasmes hématiques, *puisqu'il s'est produit des récidives plus ou moins tardives après ces ligatures* (Scarpa, Dupuytren) et qu'on a vu des sarcomes des os et même des parties molles (Roughton) disparaître entièrement à la suite d'interventions locales même très incomplètes.

3° *Les prétendus anévrysmes des os se développent avec une prédilection marquée là où siègent le plus habituellement les ostéosarcomes des membres* (épiphyse inférieure du fémur, supérieure du tibia).

4° Pour les faits particulièrement délicats, on peut invoquer la conception de Malassez et Monod, d'après laquelle *les cellules à myéloplaxes auraient de grandes analogies* avec les cellules vaso-formatrices. Les myéloplaxes ne seraient-ils pas suceptibles, après un commencement de prolifération en tant que myéloplaxes, de prendre nettement le caractère de cellules vaso-formatrices et de se développer en une sorte d'angiome?

En conséquence, les prétendus anévrysmes des os, pulsatiles ou non pulsatiles, doivent représenter réellement un reliquat de tumeurs disparues. En attendant que cette question soit encore plus absolument tranchée, la meilleure dénomination qu'on puisse leur appliquer, avec Volkmann, est celle d'*hématomes des os*, qui ne préjuge rien.

MÉDECINE. — *Les centres bulbaires de la diaphylaxie intestinale.* Note de M. P. Bonnier.

Par de légères cautérisations en des points définis de la muqueuse nasale qui permettent, par l'intermédiaire du nerf trijumeau, d'exciter expérimentalement telle ou telle région du bulbe, on peut montrer que les centres qui président à la désinfection du milieu gastro-intestinal sont *distincts* de ceux qui actionnent la chimie digestive, la tonicité des parois et leur trophicité. En effet, bien qu'en général les divers troubles intestinaux disparaissent ensemble à la suite de ces cautérisations, il arrive que la fétidité des selles ou des gaz obéisse indépendamment à une cautérisation isolée et soit supprimée avant ou après les autres symptômes.

Le mucus intestinal, sous l'influence de la reprise d'activité de ces centres, retrouve instantanément ses propriétés diaphylactiques, et la faune et la flore parasites se modifient aussitôt dans un milieu modifié. J'en citerai deux exemples :

J'ai fait récemment six cautérisations en des points successifs à un enfant de 11 ans qui présentait depuis sa naissance, outre un *spina bifida* opéré, de l'incontinence fécale absolue, de la diarrhée fétide et, depuis ces dernières années, de la chorée symptomatique. La chorée disparut dès la troisième cautérisation, la fétidité dès la cinquième, et c'est seulement à la sixième, 15 jours après, que l'enfant eut des selles moulées et que l'incontinence disparut. Voici donc des centres qui n'avaient jamais bien fonctionné et qui ont obéi du jour au lendemain à l'injonction thérapeutique.

Chez deux enfants traités par moi à la polyclinique H. de Rothschild, pour prurit nasal intense et grattages suspectés d'helminthiase, sans autre traitement qu'une légère cautérisation de la région nasale conjuguée à ces centres intestinaux, j'ai pu déterminer, dès le lendemain, le départ de deux *Ascaris lombricoides*, sans modification des selles elles-mêmes.

Ces expériences montrent donc l'existence et l'autonomie des centres bulbaires de la diaphylaxie intestinale.

ZOOLOGIE. — *Quelques remarques sur deux Acinétiens.* Note (¹) de M. **B. Collin**, présentée par M. Yves Delage.

I. *Dendrosomides paguri* Collin. — J'ai fait connaître en 1906 (²) ce curieux Acinétien qui, voisin par sa forme de *Dendrosoma*, se relie en même temps étroitement, par l'existence d'individus vermiformes, au genre aberrant *Ophryodendron*. Un travail récent de C.-H. Martin (1909) (³) vient de trancher définitivement la question tant débattue du dimorphisme chez *Ophryodendron* en établissant que l'individu vermiforme provient de l'individu tentaculé (proboscidien) par bourgeonnement externe, et *ne peut jamais se transformer lui-même en proboscidien*. L'une et l'autre formes sont capables d'émettre des embryons ciliés qui deviennent des proboscidiens.

(¹) Présentée dans la séance du 13 décembre 1909.

(²) *Arch. Zool. expér.*, 4e série, t. V (N. *et* R.).

(³) *Quart. Journ. of Micr. Sc.*, nouvelle série, t. LIII.

En présence de ces résultats, il n'est pas sans intérêt d'annoncer que, chez *D. paguri*, les individus vermiformes, nés de la forme tentaculée (trifurquée) par bourgeonnement externe également, *se transforment eux-mêmes en individus trifurqués*, munis de tentacules. J'ai observé tous les stades de la métamorphose. Le dimorphisme n'est donc ici qu'une apparence, chacune des deux formes représentant un état du développement de l'autre. Quant à la reproduction au moyen d'embryons, je n'ai pu encore l'observer jusqu'ici; cependant la rencontre d'exemplaires de très petite taille, inférieure à celle des vermiformes les moins développés, rend son existence probable.

II. *Podophrya fixa* O.-F. Müller. — On distingue chez les Infusoires ciliés deux modes d'enkystement : le kyste de division et le kyste de conservation (ou de repos). La dernière de ces deux formes a seule été constatée jusqu'ici dans le groupe des Tentaculifères, et Butschli (1889) ([1]) fait même observer que « l'absence totale des kystes de division paraît vraisemblable, vu le mode de reproduction de la majeure partie de ces infusoires » (c'est-à-dire la reproduction par bourgeonnement externe ou interne). J'ai indiqué récemment ([2]) que ce mode de reproduction est non seulement général, mais unique, et en particulier que la division des *Podophrya*, exemple classique de fissiparité transversale, comparable à celle des infusoires ciliés, doit être interprétée en réalité comme un véritable *bourgeonnement*, avec changement d'axe. Or, ayant obtenu en culture de nombreux kystes de *Podophrya fixa*, conformes au type bien connu, j'y ai observé la division du contenu en 2, puis en 4, suivie dans certaines conditions de l'éclatement du kyste. Les produits en sortent soit à l'état cilié, soit à l'état tentaculé. Ce fait, *nouveau chez les Acinétiens*, ne représente pourtant qu'un cas particulier du bourgeonnement, qui revêt toutes les apparences de la division fissipare ordinaire, grâce à l'absence momentanée d'une polarité définissable chez l'être qui le subit. La même illusion a lieu, et pour des raisons morphologiques analogues, lors de la multiplication à l'intérieur de l'hôte des *Sphærophrya* parasites; dès que l'animal en sort, et peut être « orienté », le bourgeonnement reprend son aspect habituel. La situation de l'embryon, à 90°, par rapport à l'axe du parent, comme chez *Podophrya* et tous les Acinétiens, est particulièrement nette dans la division de *Sphærophrya stentoris* Maupas à l'état libre.

([1]) *Protozoa* du *Bronn's Thier-Reich*, p. 1920.

([2]) *Arch. Zool. exp.*, 5e série, t. II, 1909 (N. et R.).

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les spirochètes salivaires.* Note de M. **Gabriel Arthaud**, présentée par M. O. Lannelongue.

A côté des spirochètes et des spirilles qui sont des hôtes normaux de la cavité buccale, on rencontre d'une façon presque constante, dans les cas pathologiques, un fin spirille déjà signalé par Miller et plus récemment par Lagarde (*Thèse*, Paris, 1909).

Il est possible, et nous serions volontiers de cet avis, qu'il représente une forme d'évolution du spirille dit *fusiforme* avec lequel il se montre fréquemment associé; mais, quoi qu'il en soit, ce spirille fin se distingue nettement par un certain nombre de caractères des formes communes. Tout d'abord, il présente une minceur et une finesse qui le rendent difficile à observer.

D'autre part la réfringence de son protoplasma est si faible qu'il se différencie à peine du milieu qui l'entoure. Dans une préparation examinée à sec et sans coloration, le protoplasma des microbes et des spirilles communs apparaît opaque, tandis que celui des spirilles de ce genre conserve sa transparence.

Son affinité pour les matières colorantes est peu marquée et sa décoloration facile. Après coloration il se montre toujours nettement différencié par une teinte plus claire des formes analogues qui l'entourent.

Il est en général accompagné par des spores nombreuses offrant les mêmes caractères et dont les dimensions sont si petites, qu'elles atteignent les dernières limites de la visibilité. Cette ténuité est telle que, pour les isoler et les observer à l'état de pureté, il suffit de filtrer un liquide qui en renferme à travers le filtre de Kitasato.

Les bacilles et spirilles vulgaires restent sur le filtre et l'on trouve dans le filtrat des spores nombreuses accompagnées de quelques formes d'évolutions en virgules, en haltères, en accent circonflexe et quelques très petites spirilles.

Ce spirille appartient donc, par ses formes d'évolution tout au moins, à la classe des microbes filtrants.

A l'occasion de recherches depuis longtemps poursuivies sur les manifestations aphteuses chez l'homme et les animaux, nous avons eu l'occasion, dans un très grand nombre de cas, de rechercher sa présence dans les cavités naturelles et même dans le milieu intérieur.

Nous avons pu ainsi constater sa présence dans tous les cas de stomatite même légère, de la grippe, de la rougeole, de la rubéole, de la scarlatine et particulièrement dans les manifestations herpétiques, aphteuses ou impétigineuses, etc.

Il se rencontre de plus dans le mucus nasal et intestinal des mêmes malades.

Nous l'avons également trouvé dans la cavité buccale et dans la lymphe des vésicules aphteuses de la vache.

En ce qui concerne le milieu intérieur, nous l'avons observé dans le sang d'une vache atteinte de fièvre aphteuse. Dans six cas de méningite cérébro-spinale de l'enfant, nous avons pu le voir nettement associé au pneumocoque et au méningocoque dans le liquide céphalo-rachidien.

La présence de ce spirille à côté de microbes notoirement pathogènes, sa prédominance relative dans divers cas pathologiques nous ont paru lui constituer une importance assez grande pour en faire l'objet d'une Note.

Jusqu'à présent il ne nous a pas été possible d'en obtenir des cultures régulières, cependant nous avons noté qu'il se développe dans la salive filtrée sous forme de filaments très fins perpendiculaires à la surface du liquide.

D'autre part son pouvoir pathogène sur le lapin et le cobaye nous a paru faible et irrégulier, ce qui tient probablement à des variations de virulence.

Nous reviendrons plus tard sur ce point que nous nous efforcerons d'élucider en détail, mais il nous a paru utile en attendant d'attirer l'attention sur cette variété de spirilles encore peu étudiée.

Nous donnerons en terminant la technique qui nous a paru le plus propre à faciliter sa recherche dans les exsudats et les frottis.

Nous avons utilisé comme fixation une solution hydro-alcoolique d'azotate d'urane additionnée d'une faible quantité d'acide salicylique. Comme colorant, nous avons eu recours après lavage à la solution de thionine ou de bleu de méthylène habituelle à laquelle nous avons trouvé avantage d'ajouter une certaine quantité de bleu de toluidine qui fonce les bleus et leur donne une tonalité noire facilitant l'observation.

GÉOLOGIE. — *Sur l'évolution paléogéographique du cap Bon et sur la direction des plissements de l'Atlas, considérée comme résultante de deux actions orogéniques orthogonales.* Note de M. **J. Savornin**, présentée par M. Michel Lévy.

J'ai exécuté une petite série d'esquisses paléogéographiques de l'Algérie, dont quelques-unes vont être publiées dans un travail actuellement à l'impression aux *Annales de Géographie*, dû à M. E.-F. Gautier, professeur à l'Ecole des Lettres d'Alger.

A l'examen des graphiques obtenus, j'ai été frappé de l'aspect présenté par la limite méridionale des mers tertiaires, qui reproduit remarquablement, en plein continent, la forme si caractéristique du littoral, de l'Algérie à la Tripolitaine. Appelons contour n° 1 ce littoral. En particulier, la ligne limitant au Nord le continent de l'époque landénienne, ligne qu'on

peut tracer avec assez de rigueur, présente un cap très marqué, formé par le Hodna. Ce promontoire rappelle tout à fait le cap Bon actuel. Une sorte de golfe semble devoir être marqué à l'est d'El Arouat, un autre à l'est d'El Goléà : ces deux concavités rappellent les golfes de Hammamet et de Gabès. Il est inutile de pousser plus loin ces analogies de détail. Appelons contour n° 2 ce tracé de la mer landénienne.

J'ajouterai que, au point de vue structural, la bordure continentale qu'on est conduit à limiter de la sorte, au début des temps tertiaires, présentait certainement : une longue zone tabulaire (axe EO) au nord des chotts oraniens [1], une zone de ridements au nord des Zarz [2], une deuxième région tabulaire sur l'emplacement du Hodna [3], une nouvelle zone ridée (monts des Oulad Naïl et des Ziban), enfin la grande table crétacique de la Chebka du Mzab (axe NS).

On sait que cette mer éocénique est une aire étroite, géosynclinale, enserrée entre les continents saharien et méditerranéen. Je ne dirai rien de la bordure méridionale de ce dernier, sinon qu'on y retrouve la seule trace du rivage de cette mer qui se soit conservée [4], et que cette bordure a fortement cheminé en masse vers le Sud. Mais j'indiquerai, en passant, que le promontoire hodnéen se continuait par une sorte d'archipel de hauts-fonds (peut-être avec quelques points émergés), formés par l'Ouennour'a, les monts du Hodna et les massifs éocrétaciques de Batna à Aïn Beïda.

Il n'est pas possible de retracer avec la même assurance les limites approximatives de la mer correspondant à un étage mésozoïque donné. Mais si l'on figure sur une Carte le contour externe actuel des grands affleurements de terrains primaires, aujourd'hui suffisamment connus, du Sahara, on s'aperçoit que c'est à peu de chose près la limite de la grande transgression albocénomanienne. Cette ligne présente les mêmes caractéristiques que le littoral landénien et que le littoral actuel : une partie OE, depuis le cap Noun (Maroc) [5] jusque vers les dayas d'épandage de l'Ouad Khebiz; une partie NS de ce point au Tademaït (devant In-Salah); puis une nouvelle

---

(1) C'est le massif jurassique de Saïda, que M. Gautier appelle la *Meseta oranaise* (*Annales de Géogr.*, 15 juil. 1909).

(2) C'est ce que M. Joly appelle le *plateau steppien* (*Annales de Géogr.*, 15 juil. et 15 oct. 1909).

(3) Cf. J. Savornin, *Comptes rendus*, 13 nov. 1905.

(4) J. Savornin : *Découverte d'un littoral de l'Éocène inférieur* (*Assoc. franç. pour l'avanc. des Sciences*, Congrès de Cherbourg, 1905).

(5) Voir, en particulier, les Cartes de M. Brives.

direction OE d'In-Salah au Djebel es Soda, par le nord de Timassinine. En un mot, la zone primaire, cachée sous l'Erg, des dayas du Khebiz, est à comparer, au point de vue paléogéographique, avec le cap Bon, et le Tademaït serait l'homologue crétacique de la petite Syrte. On peut en effet admettre, avec quelque vraisemblance, que la ligne ci-dessus définie est fonction directe de la vraie limite méridionale des mers mésozoïques et qu'elle conserve les caractères généraux de cette limite. Appelons contour n° 3 cette ligne du Tademaït.

Si l'on représente sur une même Carte les contours n°s 1, 2 et 3, on peut faire les remarques suivantes :

Le contour n° 3 limite les grands affleurements de la zone *hercynienne* du Sahara.

Entre les contours 2 et 3 se trouve un paquet sédimentaire où ne sont connus en affleurements que les étages mésozoïques (à de rares exceptions près, où le substratum primaire est visible) : c'est à cette zone qu'il faut attribuer tectoniquement le nom d'*Atlas saharien*. Elle est formée d'un large faisceau de plis, non exagérés, dont la direction est assez exactement la bissectrice des deux directions orthogonales mises en évidence. Ce faisceau de plis, auquel ne participent que le Jurassique et le Crétacé, et qui date assez exactement de la fin des temps secondaires [1], se montre encadré par la plate-forme jurassique de Saïda (axe EO) et par la plate-forme crétacique du Mzab (axe NS). Il se prolonge quelque peu au Nord-Est, mais submergé par les plis alpins du Tell, ainsi que je l'ai depuis longtemps montré. En un mot, ces plissements sont compris entre deux mâchoires d'étau formées par le massif de Saïda et par la Chebka du Mzab, dont les directions sont perpendiculaires entre elles. Tout se passe donc comme si l'Atlas saharien avait pris orogéniquement naissance sous l'influence de deux pressions orthogonales venues simultanément du Nord (géosynclinal sud-méditerranéen) et de l'Est (synclinal de l'Ouad-R'ir). Il faut considérer d'ailleurs que la pression venue du Nord est seule active, l'autre étant passive.

Cette observation est aussi à rapprocher du fait, aujourd'hui classique, que les plis hercyniens sont à direction généralement sub-méridienne, dans toute la zone du Touat, du Guir et de l'Atlas marocain. Un tel substratum

---

[1] Quelques mouvements s'y sont produits à la fin du Jurassique et au milieu du Crétacique; mais la structure définitive, dans tous ses grands traits, était acquise au début de l'Éogène.

avait naturellement tendance à imprimer des directions analogues à sa couverture de sédiments plus récents. On se rend compte alors que, sur un tel substratum, les sédiments mésozoïques soumis aux pressions originaires du géosynclinal méditerranéen, qui tendaient au contraire à leur imprimer des directions EO, se sont nécessairement plissées suivant la *bissectrice* de l'action et de la réaction orogéniques dont ils subissaient les effets.

Cette explication convient à l'Atlas saharien, dont tous les sédiments sont d'origine sub-continentale, mais non à l'Atlas tellien, qui est presque entièrement d'origine géosynclinale et par conséquent à plissements beaucoup plus profonds et beaucoup plus intenses. J'estime d'ailleurs qu'il serait désirable de voir abandonner cette commune appellation d'*Atlas*, pour deux systèmes montagneux dont l'orogénie est si différente et dont la limite tectonique, bien tranchée, ainsi que je l'ai noté à diverses reprises, ne correspond pas à la limite géographique.

GÉOLOGIE. — *Sur l'inégale répartition de l'érosion glaciaire dans le lit des glaciers alpins.* Note de M. **Em. de Martonne**, présentée par M. Michel Lévy.

Le recul des glaciers alpins rend possibles des observations sur les modifications apportées à leur lit par les dernières crues. Nous avons cherché par l'étude d'un certain nombre de glaciers des Alpes françaises et suisses, à préciser la répartition des traces d'érosion torrentielle et glaciaire propre, en rapport avec les formes du lit glaciaire. Les résultats de ces observations, interprétés à la lumière des lois physiques du mouvement des glaciers, nous paraissent de nature à éclaircir la question si controversée du pouvoir d'érosion des glaciers.

On remarque presque partout un *gradin* abrupt, plus ou moins découvert actuellement, et un *palier* relativement plat, recouvert seulement par les plus grandes crues.

Les stries et cannelures sont relativement rares sur le gradin. Il y a des polis, attribuables au ruissellement uniforme des eaux de fonte (Mer de Glace, Argentières, La Tour, etc.). Mais le trait essentiel est la présence de gorges torrentielles, auxquelles certains auteurs (J. Brunhes) ont récemment accordé une grande importance. La position de certaines moraines (Hochlicht, Trift, Grande Motte) nous a convaincu de la possibilité de leur développement sous le front du glacier en recul.

Les gorges torrentielles cessent généralement sur le palier. Mais les surfaces striées s'y montrent sur tous les affleurements rocheux (Rosenlaui, Grindelwald, Fiesch,

Meige). C'est là aussi qu'on observe les arrachements (Grindelwald). On ne trouve de stries et cannelures sur le gradin que là où la pente s'atténue et sur les bords (Grindelwald, Mer de Glace).

L'érosion glaciaire est donc incontestable, mais paraît limitée au palier et aux bords du gradin; l'érosion torrentielle est aussi incontestable, mais paraît limitée au gradin.

L'une tend à un élargissement, l'autre à un encaissement et à une régularisation de la pente.

Dans quelle mesure ces constatations faites à l'extrémité des glaciers sont-elles applicables au travail qui s'opère plus haut?

La part de l'érosion glaciaire proprement dite ne peut qu'augmenter vers l'amont avec l'épaisseur de la masse du glacier. Celle de l'érosion torrentielle doit diminuer jusqu'au névé, où les eaux de fonte ne peuvent plus jouer aucun rôle. On doit donc conclure que le gradin poli et scié de plusieurs gorges est *une forme de front glaciaire*. Les stationnements des glaciers de la période pléistocène pendant leurs phases de recul expliquent l'existence de formes semblables en de nombreux points des vallées alpines. Mais il est évident qu'on ne saurait faire dériver tout l'ensemble des formes glaciaires du processus observé à l'extrémité des glaciers actuels et impliquant une collaboration des érosions glaciaire et torrentielle.

La répartition des traces d'érosion glaciaire propre est intéressante à préciser. Si l'on étudie en détail la distribution des stries, cannelures et arrachements, comme on peut le faire à Grindelwald, Fiesch et aux Bois, on reconnaît que leur densité augmente à chaque atténuation de pente, à l'amont et sur les bords de chaque étranglement. Quelques faits, observés en pénétrant dans des grottes naturelles ou artificielles, donnent un élément d'explication.

La masse de glace ne porte pas partout sur son lit, en particulier sur les gradins (Mer de Glace, Fiesch, Glacier du Rhône). D'une manière générale, le contact devient plus intime à chaque atténuation de pente; il tend à se relâcher à chaque augmentation de pente. La présence ou l'absence de moraine de fond est aussi en relation avec la pente du lit. Elle est plus épaisse là où la pente diminue; elle peut manquer complètement sur les fortes pentes (Glacier du Rhône, Mer de Glace).

Le manque de contact entre la glace et la roche et l'absence de moraine de fond sur le bord d'un gradin a déjà été constaté (Vallot aux Mottets) et a pu faire conclure par une généralisation injustifiée à l'invraisemblance de l'érosion glaciaire. En réalité il y a là une explication de la répartition des stries et des cannelures.

Peut-on en tirer des conclusions sur ce qui se passe dans toute l'étendue du lit glaciaire?

La jonction des crevasses de fond et de surface et les défauts d'adhérence

considérable qu'on remarque vers la langue terminale sont dus évidemment en partie à la fusion. On peut admettre cependant qu'il y a sur toute l'étendue du glacier des inégalités d'adhérence au lit notables. On en a eu la preuve lors de la catastrophe du glacier de Tête-Rousse. La loi d'inégale répartition de l'érosion glaciaire, dégagée par l'observation des lits glaciaires récemment abandonnés, peut donc être considérée comme valable pour toute l'étendue du lit d'un glacier alpin, à moins que d'autres facteurs (pente, vitesse, etc.) ne tendent à faire varier en sens contraire le phénomène.

Nous montrerons dans une prochaine Note qu'il n'en est rien et que les lois physiques du mouvement des glaciers sont d'accord avec la loi empirique tirée de nos observations. Ces considérations théoriques nous permettront de montrer : dans la négation absolue de l'érosion glaciaire, un paradoxe mécanique ; dans l'exagération de sa puissance, une impossibilité mécanique aussi frappante ; et, dans la théorie de l'érosion glaciaire *différentielle*, l'expression la plus vraisemblable du travail des glaciers alpins sur leur lit.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'hydrogéologie tunisienne.* Note de M. **E. Noël**, présentée par M. Wallerant.

Les données fournies par la Météorologie, la stratigraphie et la tectonique permettent de diviser la Tunisie en *régions hydrologiques* à caractères d'ailleurs non absolus, et séparées par des zones de passage.

Ce sont les régions : 1° du Nord (Kroumirie, Béjaoua, Hédils, Mogods); 2° de la *Dorsale tunisienne* et annexes, avec à l'Est celle du cap Bon; 3° la *région des Plateaux*, au sud de la première et sud-ouest de la deuxième, séparée de la première par une large zone de passage; 4° celle des chaînes subsahariennes et sahariennes; 5° celle de la Plate-Forme du Sahel.

1° Cette première région possède la plus forte chute de pluie : presque limitée qu'elle est au Sud par la courbe de 600^{mm} de chute annuelle [1]. L'*évaporation* y est aussi moindre que dans les autres, par suite de la température moins haute et de la coïncidence, avec l'hiver, du maximum de pluie. Eaux du Sénonien (massifs calcaires parfois dissociés), de l'Éocène (petites sources des grès inférieurs, grandes sources des

---

(1) *Travaux du Service météorologique de Tunisie* et G. Ginestous, *passim.*

calcaires *bitumineux* et des calcschistes noirs auxquels ils passent vers l'Ouest, petites sources des grès éocènes-oligocènes).

Région montagneuse faisant suite à la zone tellienne de la province de Constantine. Les montagnes sont des flancs de plis ou des crêtes anticlinales pressées, étroites, séparées par des vallées synclinales de même largeur avec relais dans la saillie des plis, d'où des lignes de petites sources de versants partout où le démantèlement d'un pli par les érosions dégage un niveau d'eau. Les cuvettes sont couvertes, en général, d'argiles, d'où des nappes captives longues et étroites alimentées sur presque tout leur pourtour, d'où forte réaction sur les niveaux hydrostatiques des crêtes voisines et existence aux contacts de nombreuses sources des calcaires sous-jacents (sources de Beja, Aïn-Rhiria, etc.). L'abondance des pluies rend les eaux peu minéralisées. L'étroitesse des massifs, provenant soit de celle des plis, soit de la *dissociation* des terrains, fait que les sources sont peu abondantes, bien que nombreuses, exception faite pour des sources sortant de calcaires, dans des vallées d'érosion transversales aux plis, plus fréquentes dans cette région que dans les autres (Aïn-Lereus, Aïn-Bricka). Dans les Mogods (Bizerte, Mateur), on observe déjà le régime de dômes et de cuvettes de la Dorsale.

2° Cette région renferme la chaîne discontinue de dômes que l'on appelle *Dorsale tunisienne* du Bou-Kournine au Bargou. A l'Est et au Sud-Est, elle offre des massifs à couches moins inclinées descendant vers la mer; à l'Ouest et au Nord-Ouest, de petits dômes interférant avec des cuvettes. A l'ouest et au nord-ouest du Bargou se trouve une zone d'ondulations plus allongées avec contacts anormaux (Cheid, Lorbeus, etc.) faisant passage à la première.

C'est un pays non plus de crêtes anticlinales longues et étroites, mais de dômes courts, avec parfois des contacts anormaux importants, interférant avec des cuvettes plus larges qu'eux : pays de plaines portant par endroits des massifs montagneux souvent très saillants. La chute de pluie, moindre que dans la première (de 40^{mm} à 50^{mm}) produit une minéralisation moyenne plus forte. Les érosions sont aussi moins intenses : les cours d'eau contournent en général les dômes. Ces massifs sont très souvent formés à la surface de calcaires fissurés à pendages périclinaux égaux ou supérieurs à la pente du terrain, d'où souvent perte de leur eaux en profondeur sous les argiles étalées des cuvettes; d'où des nappes captives importantes à alimentation divergente, mais dont les profondeurs deviennent, par l'inclinaison des couches, très vite considérables et même inaccessibles (environs de Tunis, Laghouan, etc.). Parfois la réaction des eaux profondes sur les infiltrations est suffisante pour produire des sources importantes, grâce encore à une fissuration locale (Laghouan, Djoukkar).

3° J'ai donné à cette région plissée comme les autres (voir le schéma de M. Pervinquière) le nom de *Région des Plateaux*, par suite de la diminution du pendage moyen. L'altitude moyenne considérable et le niveau de base assez bas offert à l'érosion des cours d'eau produisent de vastes massifs élevés avec fronts d'érosion étendus. Cette région est ondulée d'après le système des dômes et des cuvettes; mais les pendages sont souvent *inférieurs à la pente du terrain* et produisent, même dans la région des *Kalaats*, une véritable inversion du relief, d'où des affleurements de niveaux d'eau et des lignes de sources. Ce pays, bien que plissé, présente donc les caractères hydrologiques d'une région de plateaux. Ce territoire, crétacé et tertiaire, est traversé par

des alignements courts et discontinus de dômes infra-crétacés avec pendages périclinaux en général supérieurs à la pente du terrain, d'où perte de leurs eaux en profondeur et alimentation divergente d'une nappe captive infra-crétacée, et même sénonienne sous le Tertiaire.

Pluies inférieures à celles de la première; neige assez fréquente, d'où coefficient moyen d'infiltration supérieur. Périmètres d'alimentation souvent étendus, d'où sources nombreuses et importantes, mais plus minéralisées que dans la deuxième et surtout la première région (Maktav, Thala, Kasserine, Sbiba). Dans la partie Sud, on trouve déjà de grandes sources ascendantes offrant, outre leur alimentation rapprochée des eaux à provenance plus lointaine, telles les sources de Sbeitla.

4° La déviation vers l'Est des plis de l'Aurès produit une série de rides en général crétacées, d'où des anticlinaux et synclinaux comme dans le Nord, plutôt que les dômes courts de la Dorsale. La différence vient des pendages moindres et des largeurs supérieures des plaines synclinales entre ces plis. De cette disposition résulte l'existence des oasis, témoins de nappes captives importantes, pouvant renfermer une partie des eaux perdues en profondeur dans les premières zones.

5° Région de terrains détritiques récents, presque horizontaux. Sources très rares, sinon absentes; aucune érosion n'est suffisante pour atteindre le niveau hydrostatique, par suite du manque de relief, de la faible pluviosité et de l'évaporation considérable. Eaux phréatiques profondes, minéralisées, calcaires, magnésiennes, sulfatées, relativement douces dans les sables. Des bandes de moindre minéralisation existent sur le littoral, dans la molasse pliocène (Teboulba) ou les dunes (Sousse, Monastir). Le niveau hydrostatique, déprimé en bordure des montagnes (Pervillier), suit, en les atténuant, les formes du terrain et se relève sur la côte par la réaction de la mer.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la dynamique des variations climatiques.* Note de M. HENRYK ARCTOWSKI.

Après avoir transcrit les températures moyennes des années 1891 à 1900 d'après toutes les sources qui m'étaient accessibles, et après avoir éliminé les séries non homogènes, j'ai dressé des Cartes représentant la distribution géographique des écarts des moyennes de chacune des années par rapport aux moyennes des 10 ans.

J'appelle *thermopleions* ou simplement *pleions* les aires occupées par des écarts positifs et *anti-pleions* celles des écarts négatifs.

Les pleions et les anti-pleions sont délimités par la quasinormale des écarts nuls.

Les pleions représentent des inflexions des isothermes vers les pôles, les anti-pléions traduisent au contraire une descente locale et anormale des isothermes vers l'équateur.

Il existe des corrélations et dans le temps, et dans l'espace.

Les pleions se maintiennent en effet pendant quelques années puis ils se déplacent.

Lorsqu'on compare les Cartes entre elles, et plus spécialement celles de la Russie d'Europe et d'Asie, on constate que les choses se passent tout comme s'il s'agissait d'interférences d'immenses ondes de surplus ou de déficit de chaleur.

Il semble que, pour le monde entier, les années sont exceptionnellement chaudes ou froides suivant que ce sont les pleions ou les anti-pleions qui sont conjugués. Ainsi l'année 1893 a été une année froide. L'année 1900, par contre, a été une année trop chaude. La température de l'atmosphère terrestre a été d'au moins $\frac{1}{2}$ degré plus élevée en 1900 qu'en 1893.

Un fait tout à fait remarquable est que ni les Alpes, ni le Caucase, ni les Montagnes Rocheuses ne forment de barrières naturelles aux déplacements des pleions. De même les écarts annuels notés dans l'Inde forment suite à ceux de la région transcaspienne. Il est certain de la sorte que le siège des variations climatiques de même signe s'étend suivant toute l'épaisseur de l'atmosphère accessible aux investigations directes.

J'examine à présent les marches des déplacements des pleions et j'espère pouvoir découvrir une méthode de recherches à l'aide de laquelle il sera possible de prévoir, avec une grande probabilité de réussite et quelques mois à l'avance, les anomalies climatiques des saisons. Je poursuis cette étude en connexion avec celle des récoltes.

M. L. **Schlussel** adresse un Mémoire intitulé : *Équations générales de la répartition des charges de roue dans les voies ferrées.*

(Renvoi à l'examen de M. Léauté.)

M. P.-J. **Lang** adresse une Note de *Navigation aérienne.*

M. E. **Étévé** adresse une Note *Sur l'Autorotation.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Hesling** adresse une Note relative à la *Construction d'un appareil permettant à un explorateur de prouver matériellement qu'il a atteint le pôle.*

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 décembre 1909.

Rapport sur les travaux exécutés en 1908 *par le* Service géographique de l'Armée. Paris, Imprimerie du Service géographique de l'Armée, 1909; 1 fasc. in-4°. (Offert par M. le Ministre de la Guerre.)

Japanese Shipping, ancient and modern : Mercantile Bureau, Department of Communications. Tokio, 1909. *Texte,* 1 fasc. in-12 oblong. *Atlas de planches,* 1 vol. in-8° oblong. Reliés en étoffe japonaise, dorés sur tranches, contenus dans un étui. (Présenté par M. Bertin. Hommage du vice-amiral baron M. Saito, Ministre de la Marine japonaise.)

Elemente der Gesteinslehre, von H. Rosenbusch, mit 107 Figuren und 2 Tafeln; dritte, neubearbeitete Auflage. Stuttgard, E. Sweizerbart, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Étude monographique des Tabanides d'Afrique (groupe des *Tabanus*), par J.-M.-R. Surcouf, avec le concours de Miss G. Ricardo; avec 3 planches en couleurs, 26 figures dans le texte et 22 cartes. Paris, Masson et Cie, 1909; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouvier.)

Une série de Mémoires de M. G.-D. Hinrichs, relatifs principalement à la *Détermination des poids atomiques.* 3 vol. et 4 fasc. in-8°. (Présenté par M. Lemoine. Hommage de l'auteur.)

Traité d'Hygiène infantile, par le Dr G. Variot, avec 137 figures dans le texte. Paris, Octave Doin et fils, 1910; 1 vol. in-4°. [Présenté par M. Armand Gautier, pour le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) de l'année 1910.]

Réflexions sur les volcans et les tremblements de terre, par le Dr F. Jousseaume. Paris, A. Maloine, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Estudio fisico-quimico y bio-quimico de las materias colorantes organicas artifi-

ciales, por Horacio Damianovich. Buenos-Ayres, 1909; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

The American Society of Mechanical Engineer : Transactions, t. XXX : Detroit meeting. New York meeting, 1908. New-York, 1909; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 décembre 1909.

Nouvelle éphéméride de la planète Éros pour l'opposition de 1900-1901, par M. I. Lagarde. S. l. n. d. 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Atlas général de l'Indo-Chine française. Atlas de Chabert-L. Gallois, contenant 169 cartes ou plans, avec une Préface de Cl.-E. Maitre. Hanoï-Haïphong, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1909; 1 volume in-f°. (Présenté par M. Lannelongue, pour un des Concours de l'année 1910.)

Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire, d'après les naturalistes allemands, par E.-L. Trouessart. Paris, Mercure de France, 1909; 1 fasc. in-12. (Présenté par M. Baillaud. Hommage de l'auteur.)

Contribution à l'étude des perles fines, de la nacre et des animaux qui les produisent, par le Dr Raphaël Dubois; avec 10 figures dans le texte et 4 planches hors texte, dont une en couleurs. Paris, J.-B. Baillière; Lyon, A. Rey, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Ouvrages reçus dans la séance du 27 décembre 1909.

Misure di stelle doppie exeguite nel reale Osservatorio di Brera in Milano, col refrattore di otto pollici di Merz, negli anni 1875-1900, dà G.-V. Schiaparelli. Milan, Ulrico Hoepli, 1888-1909; 2 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Sur quelques questions intéressant l'hygiène de la Boulangerie et, en particulier, sur les avantages du pétrissage mécanique, par M. le Dr A. Laveran, Membre de l'Institut. (Préfecture de Police. 2e Division. Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine.) Paris, imp. Chaix, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.).

Rayons X et radiations diverses, actions sur l'organisme, par M. H. Guilleminot, avec figures dans le texte. Paris, O. Doin et fils, 1910; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bouchard.)

Les plans cadastraux et la triangulation générale de la France, par Ch. Lallemand. Paris, typ. A. Davy, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'Aviation, Conférences faites en 1909 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par M. le Commandant PAUL RENARD. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Oscillations de lacet des véhicules des chemins de fer, par GEORGES MARIÉ. (Extr. des *Annales des Mines*, 1er semestre 1909.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Étude complémentaire sur la stabilité du matériel des chemins de fer. Théorie des déraillements, profil des bandages, par GEORGES MARIÉ. (Extr. des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France;* Bulletin de mai 1909.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur l'ontogenèse de l'Insecte, par CHARLES JANET. Limoges, Ducoutrieux et Gout, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Théorie de la contre-marée, par le Dr COSTE DE LAGRAVE. Paris, A. Maloine, 1909; 1 fasc. in-12.

Statistique sanitaire de la France; 2e Partie. Communes de moins de 5000 habitants et France entière; année 1907, deuxième année. (Ministère de l'Intérieur. Direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques, 5e Bureau.) Melun, 1909; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 85e année, 1909. Épinal, Ch. Huguenin; Paris, Émile Chevalier, 1909; 1 vol. in-8°.

Sleeping sickness Bureau. Bulletin n° 12, 1909. Londres, Royal Society; 1 fasc. in-8°.

Revista de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid; tomo VIII, núms 1, 2 y 3. Madrid, 1909; 1 fasc. in-8°.

Acta et Commentationes Imp. Universitatis Jurievensis (olim Dorpatensis); nos 1-8. Juriev, 1908; 8 fasc. in-8°.

Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo; Vol. XXVI, art. 2; Vol. XXVII, art. 3 and 5. Tokio, 1909; 1 vol. et 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance annuelle du 20 décembre 1909.)

Rapport de M. *E. Perrier*, Sur le Grand Prix des Sciences physiques :

Page 1222, ligne 13, *au lieu de* Jusqu'au milieu du XIXe siècle, *lisez* « Jusqu'au milieu du XIXe siècle, dit M. Thévenin.

Même page, ligne 23, *au lieu de* Enchirosaurus, *lisez* Euchirosaurus.

Page 1223, ligne 14, *fermer les guillemets après le mot* conclusions.

Même page, ligne 25, *au lieu de* Protriton-Faydi, *lisez* Protriton Fayoli.

Page 1224, lignes 8 et 21, *au lieu de* Enchirosaurus, *lisez* Euchirosaurus.

Même page, ligne 31, *au lieu de* rapporte, *lisez* y rapporte.

Page 1225, ligne 21, *au lieu de* (dont j'indique...), *lisez* (dont il indique...).

Même page, ligne 34, *au lieu de* sous les *Dimetrodon* et *Nosaurus*, *lisez* sont les *Dimetrodon* et *Naosaurus*.

Page 1226, ligne 23, *au lieu de* arrêtention embryogénique, *lisez* accélération embryogénique.

FIN DU TOME CENT-QUARANTE-NEUVIÈME.